

Tuomo Vilkkilä

# **Kaukolämpöverkkolaajennuksen kannattavuus Saarijärvellä Sara-Ahon ja Rajalan teollisuusalueilla**

Opinnäytetyö

Syksy 2017

Agrologi (Ylempi AMK)

Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Ylempi AMK

Koulutusohjelma: Maaseudun kehittäminen

Tekijä: Tuomo Vilkkilä

Työn nimi: Kaukolämpöverkkolaajennuksen kannattavuus Saarijärvellä Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueilla

Ohjaaja: Jussi Esala

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 56

Liitteiden lukumäärä: 5

---

Saarijärvellä Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueille on kaavailtu kaukolämmityksen mahdollisuutta jo 1990-luvulta lähtien. Verkostolaajennusta ei kuitenkaan koskaan ennen tätä työtä ole selvitetty tarkemmin, vaan laajeneminen on aina pysähtynyt oletuksiin, kuten verkoston rakentamisen hankaluuksiin kallioisesta maaperästä johtuen.

Opinnäytetyössäni tutkittiin Sara-ahon ja Rajalan alueiden verkostolaajennuksen kannattavuutta selvittämällä mahdollisten kaukolämmöstä kiinnostuneiden asiakkaiden lukumäärää ja kokoa kyselytutkimuksen avulla. Työssä laskettiin ja mitoitettiin kaukolämmöstä kiinnostuneiden asiakkaiden tilausvesivirrat ja määritettiin liittymismaksu-, perusmaksu- ja energiamaksutulot tarkasteltavalta alueelta.

Laajennusalueelle suunniteltiin alustava kaukolämpöverkostokartta mahdollisten kaukolämpöliittyjien mukaan. Verkstoreitin suunnittelussa pyrittiin välttämään mahdollisia kallioita maaperäkartan ja maastotutkimusten avulla. Verkoston johtorakennuskustannukset laskettiin Energiateollisuus ry:n tilastojen perusteella ja ne olivat yhteensä noin 1 100 000 €.

Investointikustannukseen perustuvien kannattavuuslaskelmien mukaan laajenemishankkeen takaisinmaksuaika on jopa noin 27 vuotta eli investoinnin rahoitusvaikutus olisi pitkä. Takaisinmaksuaika ylittää myös investoinnin suunnitellun käyttöiän ja laina-ajan (20 vuotta).

Verkoston laajentaminen Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueille ei ole kannattavaa tässä työssä tehtyjen selvitysten perusteella, koska liittyjämäärä ei riitä kattamaan verkoston rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia.

Verkstorakentamisen kilpailuttamisella voisi olla mahdollista laskea investointikustannuksia, koska suunniteltu verkstoreitti vaikuttaa pääosin helpolta maastolta kaivamiselle. Alhaisemmilla investointikustannuksilla hanke saattaisi tulla kannattavaksi, edellyttäen kuitenkin riittävää määrää uusia liittyjiä.

Avainsanat: kaukolämpö, kaukolämpöverkosto, investointi, kannattavuus, energia

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Master's Degree Programme in Development of Agriculture and Rural Enterprises

Author/s: Tuomo Vilkkilä

Title of thesis: Profitability of district heating network expansion in Saarijärvi in Sara-aho and Rajala industrial areas

Supervisor(s): Jussi Esala

Year: 2017

Number of pages: 56

Number of appendices: 5

---

In Saarijärvi the areas of Sara-aho and Rajala have been planning for district heating since the 1990's. However, the network extension has never been clarified beforehand, and expansion has always halted on assumptions such as, difficulties in building a network due to rocky soil.

This thesis, studied the profitability of the network extension in Sara-aho and Rajala area by finding out the number and size of potential customers interested in district heat by means of a questionnaire. In the work, the water flow fee ordered by the customers interested in district heat were calculated and plans drawn up. The connection fee, base charge and energy charge revenues were determined for the area under consideration.

An indicative district heating network map was designed for the extension area according to potential district heating connectors. The design of the network route was aimed at avoiding possible rocks by means of a soil map and terrain surveys. The network building costs were calculated based on the statistics of the Finnish Energy Industries Association and totaled approximately EUR 1,100,000.

According to profitability calculations based on investment costs, the repayment period for the expansion project is up to 27 years, i.e. the financial impact of the investment will be long. The repayment period also exceeds the planned life of the investment and the loan period (20 years).

Extending the network to the Sara-aho and Rajala industrial sites is not profitable based on the studies carried out in this work, because there are not enough involved customers to cover the cost of building a network.

The planned network route seems easy to dig so by asking for competitive bids for the construction work it would be possible to reduce investment costs. With lower investment costs, the project could become profitable, provided however, that there are enough new customers.

Keywords: district heating, heating network, investment, profitability, energy

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	8
1 JOHDANTO .....	9
1.1 Työn tausta .....	9
1.2 Toimeksiantaja .....	10
1.3 Työn tavoitteet.....	11
2 SAARIJÄRVEN KAUKOLÄMPÖ OY .....	12
2.1 Yritys .....	12
2.2 Yhtiön talous .....	13
2.3 Lämmöntuotanto .....	14
2.4 Kaukolämpöverkoston nykytilanne .....	15
2.5 Historiaa .....	16
3 LIIKETOIMINNAN KASVUMAHDOLLISUUDET.....	19
4 KAUKOLÄMPÖVERKOSTON SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN .....	21
5 YHTEISKUNTAVASTUU JA VERKOSTOLAAJENNUKSEN VAIKUTUKSET .....	24
5.1 Yritysten yhteiskuntavastuu .....	24
5.2 Yhteiskuntavastuu Saarijärven Kaukolämpö Oy:ssä .....	25
5.3 Verkostolaajennuksen yhteiskuntavastuuvaikutukset .....	26
6 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	28
6.1 Työssä käytettävät aineistot ja yleiset laskentaperusteet.....	28
6.2 Kyselyn toteutus.....	29
7 KAUKOLÄMPÖVERKKOKYSELY .....	30
7.1 Tulokset .....	30
8 SARA-AHON & RAJALAN VERKOSTOLAAJENNUS.....	31

8.1	Laajennusalueen energiankulutus ja tehon tarve .....	31
8.2	Suunnitelma verkostoreitistä .....	35
8.3	Verkostohäviölaskelmat .....	36
8.4	Verkoston rakentamiskustannukset .....	37
9	VERKOSTOLAAJENNUKSEN KANNATTAVUUS .....	39
9.1	Laskelmat nykytilanteesta .....	39
9.2	Verkostolaajennuksen kannattavuus.....	40
9.3	Verkostolaajennuksen tunnusluvut.....	44
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
	LÄHTEET .....	48
	LIITTEET .....	51

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kaukolämpölaitosrakennus vuodelta 1961 .....	17
Kuva 2. Aseman KPA2-lämpölaitos vuonna 2016.....	18
Kuvio 1. Saarijärven Kaukolämmön organisaatio.....	12
Kuvio 2. Kiinteän polttoaineen lämpölaitokset.....	14
Kuvio 3. Kaukolämmön vuosituotanto 2016 .....	15
Kuvio 4. Verkostokartta – nykytilanne.....	16
Kuvio 5. Uudet liittymäsopimukset ja liitetty rakennustilavuus v. 2010 – 2016.....	19
Kuvio 6. Kaukolämmön putkirakenteet.....	22
Kuvio 7. Kyselytutkimusalue ja kiinteistöt (numeroituna), joille kysely osoitettiin ..	29
Kuvio 8. Asuinkiinteistöjen energiankulutuksen jakautuminen .....	31
Kuvio 9. Esimerkki teollisuuskiinteistön lämmönkulutusjakaumasta .....	32
Kuvio 10. Lämmitysjärjestelmänlaskennan periaate .....	33
Kuvio 11. Laajennuksen verkostokarttasuunnitelma .....	35
Kuvio 12. Verkostolaajennuksen lämpöhäviöt .....	36
Taulukko 1. Yhtiön taloudelliset tunnusluvut vuosilta 2013 – 2016 .....	13
Taulukko 2. Lämpölaitosten käyttöaste vuonna 2016 .....	20
Taulukko 3. Liittymälaskelmat laajennuksen kymmenelle mahdolliselle liittyjälle ..	34
Taulukko 4. Verkostolaajennuksen investointikustannukset .....	37

Taulukko 5. Laskelmat nykytilanteen (v. 2016) kustannuksista .....	40
Taulukko 6. Suuntaa-antavia tuottovaatimuksia.....	42
Taulukko 7. Polttoainekustannukset laajennusalueella .....	42
Taulukko 8. Verkostolaajennuksen kannattavuuslaskelmat.....	43
Taulukko 9. Verkoston tunnuslukuja .....	44
Taulukko 10. Lämmöntuotantokustannusten vertailu .....	45

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>DN</b>	Diameter Nominal (nimellinen sisähalkaisija milleissä). Käytetään kaukolämpöputkien nimellisuuruuden määrittämisessä. Esim. DN 40 putken ulkohalkaisija on noin 48,3 mm.
<b>LKV</b>	Lämmin käyttövesi.
<b>KPA</b>	Kiinteää polttoainetta käyttävä lämpölaitos.
<b>MPUK</b>	Kiinnivaahdotettu kaksiputkinen kaukolämpöjohto.
<b>SKL</b>	Saarijärven Kaukolämpö.
<b>Tilausteho</b>	Kiinteistön käyttöön varattu suurin tuntinen lämpöteho. Tilaustehon (liittymistehon) mittayksikkö on kW.
<b>Tilausvesivirta</b>	Kiinteistön käyttöön varattu suurin tuntinen kaukolämpöveden virtaus. Tilausvesivirran (sopimusvesivirran) mittayksikkö on m <sup>3</sup> /h.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Energiateollisuus toimii tällä hetkellä monen murroksen keskellä, joista keskeisimpänä toimintaympäristöön vaikuttavana muutosvoimana on jo pitkään ollut Euroopan unionin ilmastopolitiikka ja kasvihuonepäästöjen vähentäminen. EU:n ilmastopolitiikka koostuu monista eri osa-alueista, kuten ilmasto- ja energiapaketista, päästökaupasta, kansallisista velvoitteista ja uusiutuvan energian lisäämisvelvoitteista. (Ekman ym. 2017, 3; Ilmasto-oppaan kotisivut 2017.)

Euroopan unionin ilmastopolitiikkaa ohjaavat YK:n ilmastopöytäkirja ja sitä täydentävä Kioton pöytäkirja, jonka osapuolena EU on jakanut päästöjen vähennysvaatimukset jäsenvaltioilleen. Kahdesta velvoitekaudesta jälkimmäisen (2013–2020) päästövähennystavoitteeksi on määritetty koko EU:n alueelle kaksikymmentä prosenttia vuoteen 1990 verrattuna. (Ilmasto-oppaan kotisivut 2017.)

Päästövähennystavoitteisiin pyritään vuonna 2009 laaditulla jäsenmaita sitovalla EU:n ilmasto- ja energiapakettilla. Siinä vahvistettiin EU:n tavoitteeksi vähentää yhteisön kasvihuonepäästöjä vuoteen 2020 mennessä 20 prosentilla vuoden 1990 tasosta sekä lisätä uusiutuvalla energialla tuotettua energiaa 20 prosenttiin. Myös energiatehokkuutta tulisi parantaa vähentämällä energiankulutusta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. (Ilmasto-oppaan kotisivut 2017.)

Osana ilmasto- ja energiapakettia säädettiin päästökauppadirektiivi, joka uudisti EU:n sisäisen päästökauppajärjestelmän. Tähän järjestelmään kuuluvat muun muassa sähkön- ja kaukolämmöntuotanto. Päästökauppapiirissä mukana olevien tahojen kasvihuonekaasupäästöjen tulee vähentyä 21 prosenttia vuosien 2005–2020 välillä. (Ilmasto-oppaan kotisivut 2017.)

Uusiutuvaa energiaa koskevassa direktiivissä EU:n tavoitteena on lisätä uusiutuvan energialähteiden käyttöä käytetystä energiasta 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Suomen maakohtaisena tavoitteena on kuitenkin nostaa sen käyttö 38 prosenttiin. Lisäksi Suomi on kansallisesti päättänyt nostaa biopolttoaineiden osuutta tieliikenteessä 20 prosenttiin. (Ilmasto-oppaan kotisivut 2017.)

Keskisuurten polttolaitosten (teho 1-50 MW) päästövaatimukset ovat tiukentumassa. Tätä varten on laadittu Euroopan komission vuonna 2013 julkistamat direktiivit (MCPD ja NECD), jotka ovat osana ilmanlaatupakettia ja päästökattoa. Näiden kansallinen täytäntöönpanotyö on alkanut ja tarvittavat muutokset lainsäädäntöön tehdään vuoden 2017 aikana. NEC-direktiivillä asetetaan suhteelliset päästökattot ihmistoiminnasta peräisin oleville SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>-, NMVOC-, NH<sub>3</sub>- ja PM<sub>2,5</sub>-päästöille vuodesta 2020 ja 2030 lukien. (Ekman ym. 2017, 20.)

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa hallitus on linjannut, että uusiutuvan energian käyttöä lisätään kestävästi siten, että sen osuus nousee 2020-luvulla yli 50 prosenttiin. Hallituksen mukaan hiilen käytöstä energiantuotannossa tulisi luopua ja tuontiöljyn pitäisi puolittua 2020-luvun aikana. Lisäksi hallitus on linjannut, että energian investointitukien kohdentamisessa etusijalla ovat uusi teknologia ja lämmön erillistuotannossa metsähakkeen ja metsäteollisuuden sivuvirtojen, kuten kuoren ja purun hyödyntäminen. (Janka 2017, 3.)

Viime vuosina energia-alaan ovat vaikuttaneet uusiutuvan energian tuotantomuotojen kilpailukyvyyn parantuminen verrattuna fossiilisiin vaihtoehtoihin. Tätä ovat tukenneet muun muassa mittavat kansainväliset kehityspanokset, tuet ja investoinnit. Myös digitalisaation kehittymisen, reaaliaikaisen mittauksen ja ohjauksen myötä energiasta on tullut yhä enemmän palvelu, josta hyötyvät ennen kaikkea asiakkaat. Lisäksi uudet pienimuotoiset energiateknologiat, kuten lämpöpumput ja aurinkopaneelit haastavat perinteisiä liiketoimintamalleja ja koko energiajärjestelmää. (Ekman ym. 2017, 3.)

## **1.2 Toimeksiantaja**

Työn tilaaja Saarijärven Kaukolämpö Oy (SKL) on perustettu vuonna 1961 ja sen omistaa Saarijärven kaupunki. Yhtiö tuottaa lämpöä kahdella noin 4 MW:n kiinteän polttoaineen lämpölaitoksella (KPA), ja myy kaukolämpöä toiminta-alueensa asukkaille ja yrityksille vuosittain noin 30 GWh. Yhtiön liikevaihto on noin 2 miljoonaa euroa ja työllistävyys noin 5 henkilötyövuotta. Vuoden 2016 lopussa SKL:n kaukolämpöverkoston kokonaispituus oli noin 24 km ja lämmitettävää rakennustilavuutta oli yhteensä noin 730 000 m<sup>3</sup>. (Vuosikertomus 2016, 4, 11.)

Saarijärven Kaukolämpö Oy on strategiansa mukaisesti tuottanut ja jakanut kaukolämpöä Saarijärven kaupungin keskustan alueella. Nykyiseen kaukolämpöverkostoon on liitetty suurin osa Saarijärven keskustan kiinteistöistä. Verkosto on laajentunut huomattavan pitkälle myös lännen ja pohjoisen suuntaan, mutta idän suunnassa verkosto päättyy suunnilleen uudemman Lumperontiellä olevan KPA-lämpölaitoksen kohdalle. Kartta nykyisestä kaukolämpöverkostosta on nähtävillä yhtiön kotisivuilta ja liitteessä 1. (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017.)

### **1.3 Työn tavoitteet**

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää, olisiko kaukolämpöverkon laajentamiselle tilausta idän suunnassa olevilla Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueilla, ja mitkä olisivat laajentamisen tekniset mahdollisuudet ja kannattavuus. Selvityksen tueksi tarkasteltavalle alueelle toteutetaan kysely, jonka avulla on tarkoitus saada tietoa kiinteistön omistajien mahdollisesta kiinnostuksesta kaukolämpöä kohtaan. Kyselytutkimuksen avulla selvitetään muun muassa alueen kiinteistöjen rakennustilavuudet ja nykyiset lämmitysjärjestelmät sekä energiankulutus. Vastausten perusteella työssä arvioidaan kaukolämpöverkoston mahdollisen laajenemisalueen kannattavuutta sekä suunnitellaan alustava verkostokartta.

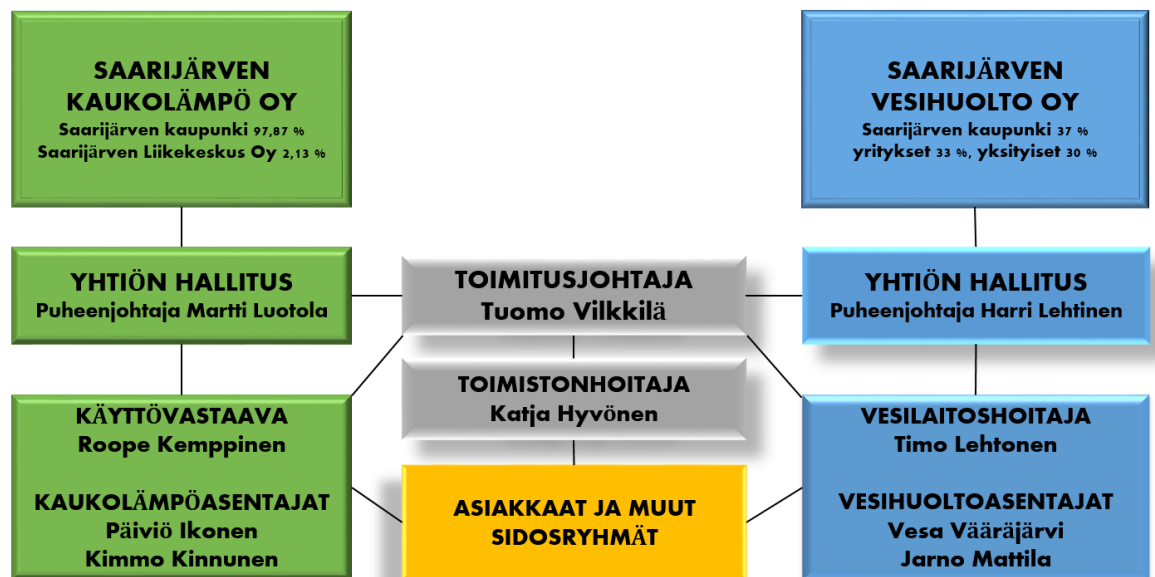
Työni teoriaosuudessa pohdin muun muassa yhteiskuntavastuun merkitystä yritysten toimintaan ja olen koostanut verkstorakentamisen ja investointien kannattavuuslaskelmien perusteita. Yhteiskuntavastuulliset asiat ovat mielestäni tärkeitä työni toimeksiantajan tyyppisille yrityksille etenkin, jos niiden omistajana on julkinen sektori.

## 2 SAARIJÄRVEN KAUKOLÄMPÖ OY

### 2.1 Yritys

Saarijärven Kaukolämpö Oy on perustettu vuonna 1961 ja sen omistaa 100 %:sti Saarijärven kaupunki. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2016 noin 2,0 miljoonaa euroa ja lämpöä myytiin asiakkaille yhteensä noin 29,7 GWh. SKL:n työllistävyys on noin 5 henkilötyövuotta ja yhtiön toimitusjohtajana toimii Tuomo Vilkkilä. (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017; Vuosikertomus 2016, 5, 11.)

Yhtiön hallitukseen kuuluvat seuraavat henkilöt: Martti Luotola (puheenjohtaja), Harri Lehtinen (varapuheenjohtaja), Mirja Tarvainen, Erkki Autio ja Jaana Taipale. Yhtiön organisaatiorakenne 2.1.2017 alkaen on nähtävillä alla olevasta kuviosta 1. Kuten kuviosta voidaan todeta, niin siinä on nähtävillä myös Saarijärven Vesihuolto Oy, jonka kanssa SKL:llä on yhteinen päivystys sekä toimitusjohtaja ja toimistonhoitaja. (Vuosikertomus 2016, 12.)



Kuvio 1. Saarijärven Kaukolämmön organisaatio (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017).

## 2.2 Yhtiön talous

Taloudellisten tunnuslukujen (taulukko 1) mukaan yhtiön liikevaihto on ollut viime vuosina noin 2,0 miljoonaa euroa. Liikevoitto oli vuonna 2016 noin 430 000 € ja investoinnit 166 000 €. Lainamäärä on pienentynyt kolmessa vuodessa hieman yli miljoona euroa ja omavaraisuusprosentti oli vuoden 2016 lopussa 61,5 %. (Vuosikertomus 2016, 7.)

Taulukko 1. Yhtiön taloudelliset tunnusluvut vuosilta 2013 – 2016  
(Vuosikertomus 2016, 7).

	2016	2015	2014	2013
Liikevaihto €	2 066 340	2 026 390	2 004 091	1 974 097
Lämmön myynti €	1 654 675	1 490 769	1 490 765	1 441 841
Liikevoitto €	427 235	572 342	506 028	457 810
Korolliset pitkäaikaiset velat €	2 050 000	2 275 000	2 514 040	3 107 899
Investoinnit €	166 000	119 600	121 000	150 000
Sijoitetun pääoman tuotto %	7,7	10,4	9,3	7,8
Liikevoitto %	20,7	28,2	26,1	23,2
Omavaraisuus %	61,5	57,4	52,3	43,5
Lämmön myynti GWh	29,7	24,9	25,7	25,6
Maksuvalmius (Quick Ratio)	1,4	1,1	0,7	0,5

SKL:n vuosikertomuksessa (2016, 5–6) todetaan, että energian hintaa on laskettu kahden viimeisen vuoden aikana yhteensä 16 %. Lisäksi osa perusmaksuista jätettiin laskuttamatta vuoden 2016 lopussa ennakoidun vahvan tuloksen vuoksi. Hinnanalennuksiin on yhtiössä päästy parantuneen kannattavuuden myötä ja erityisesti vuonna 2015 tehtyjen rahoitusjärjestelyjen myötä. (Vuosikertomus 2016, 6, 10.)

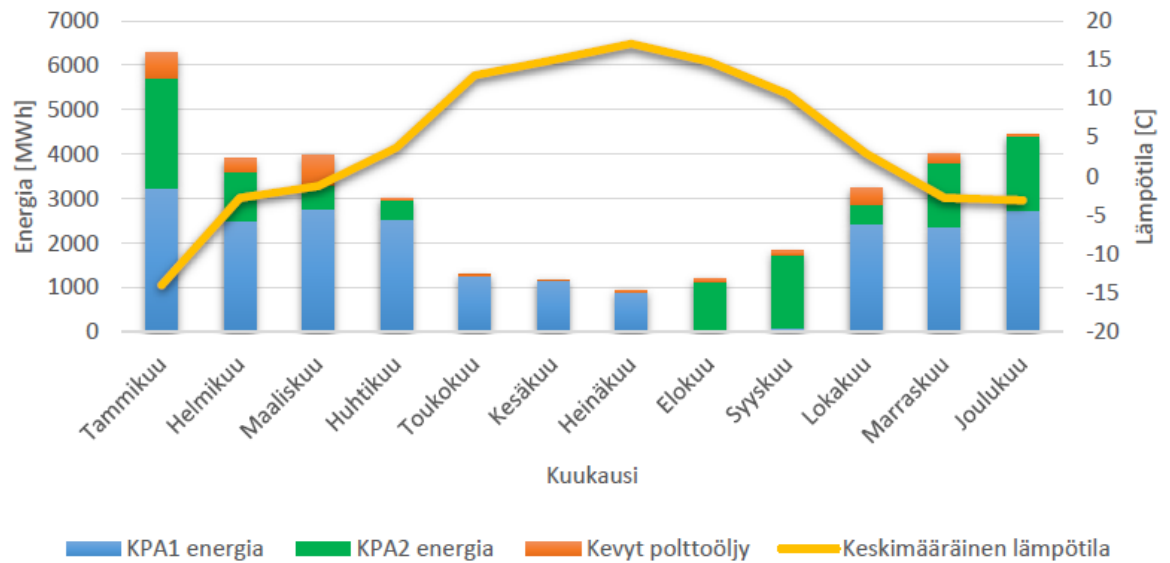
### 2.3 Lämmöntuotanto

Yhtiöllä on kaksi erillistä kiinteän polttoaineen lämpölaitosta (kuvio 2), joista toinen on otettu käyttöön vuonna 1988 ja toinen vuonna 2009. KPA-laitosten teho on yhteensä 8,5 MW. Lämmönvarastointia varten on yksi 350 m<sup>3</sup>:n lämpöakku, jonka kapasiteetti on 20 MWh. (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017.) Lämmöntuotanto kaukolämpöverkostoon toteutetaan pääasiassa kotimaisilla polttoaineilla, joiden käyttöaste on vuosittain noin 93–99 %. (Vuosikertomus 2016, 4.)



Kuvio 2. Kiinteän polttoaineen lämpölaitokset (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017).

Vuosikertomuksen (2016, 8–9) mukaan kaukolämpö tuotettiin vuonna 2016 pääasiassa keskustan KPA1-lämpölaitoksessa. Aseman uudemman lämpölaitoksen (KPA2) pääasiallisena tehtävänä on ollut tuottaa vara- ja huipputehoa sekä vähentää öljyn käyttöä (Vuosikertomus 2016, 8). Alla olevassa kuviossa 3 on nähtävillä kaukolämmön tuotanto vuodelta 2016.

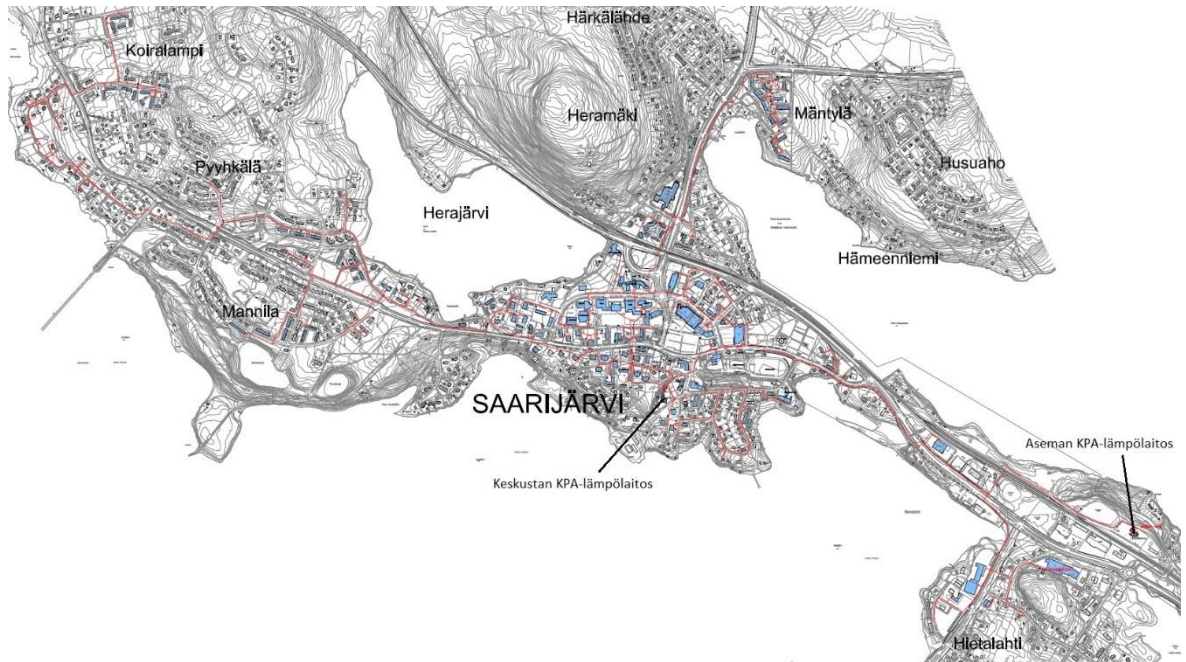


Kuvio 3. Kaukolämmön vuosituotanto 2016  
(Vuosikertomus 2016, 9).

Kuten kuviosta 3 voidaan todeta, niin KPA-lämpölaitoksissa olisi kapasiteettia tuottaa nykyistä enemmän kaukolämpöä. Pirttiniemen (2016) mukaan Aseman KPA-lämpölaitoksen vuosittainen käyttöaste on ollut vain noin 20 %. Kiinteää polttoainetta käyttävien lämpölaitosten lisäksi yhtiöllä on reservissä kevyttä polttoöljyä käytäviä lämpölaitoksia teholtaan yhteensä 13 MW (Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017).

## 2.4 Kaukolämpöverkoston nykytilanne

Vuosikertomuksen (2016, 9) mukaan Saarijärven Kaukolämmöllä oli vuoden 2016 lopussa verkostoa yhteensä noin 23,8 km. Kuviossa 4 on nähtävillä kaukolämpöverkoston nykytilanne. Kartan oikeassa laidassa näkyy merkintä ”Aseman KPA-lämpölaitos”, johon verkosto idän suunnassa tällä hetkellä päättyy. Verkostojohdot on piirretty karttaan punaisella värillä, ja KPA-lämpölaitokset löytyvät kartasta nimellä Keskustan KPA-lämpölaitos ja Aseman KPA-lämpölaitos. Verkstokartta on myös nähtävillä suurempana liitteessä 1.



Kuvio 4. Verkstokartta – nykytilanne.  
(Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017).

## 2.5 Historiaa

Saarijärven Kaukolämpö Oy perustettiin vuonna 1961, jota edelsi Saarijärven ja erityisesti silloisen kirkonkylän alueen voimakas kasvun ja rakentamisen aika. Kaukolämpöyhtiön perustamista pidettiin yhtiön perustajien toimesta yhtä luonnollisena kuin vesi- ja viemäriverkoston tai sähkönjakeluverkoston rakentamista, vaikka vastaavankokoisissa taajamissa tai kirkonkylissä ei vastaavia hankkeita oltu uskallettu vielä käynnistää. (Historiikki 2011, 2.)

Kaukolämpöä tuotettiin alkuvuosina Högfors Ab:n 1,4 MW:n hakekattilalla. Laadukkaan hakkeen saamisessa oli kuitenkin ongelmia, ja polttoainekustannukset nousivat korkeaksi koivuhalkojen käytön seurauksena. Kulujen pienentämiseksi yhtiö päätti hankkia vuonna 1964 hakekattilan rinnalle 1,4 MW:n raskasöljykattilan. Myös lämmöntuotannon tehostaminen oli tarpeen, koska lämmitettävä rakennustilavuus oli noussut muutamassa vuodessa 10 000 rakennuskuutiosta jo yli 60 000 kuution.



Hakekattilan käyttö väheni vuosittain ja vuonna 1967 se muutettiin kokonaan raskaalle polttoöljylle. (Historiikki 2011, 5–7.) Kuvassa 1 on nähtävillä kaukolämpölaitosrakennus vuodelta 1961, mikä toimii tänäkin päivänä kevyen polttoöljyn varalämpölaitoksena.



Kuva 1. Kaukolämpölaitosrakennus vuodelta 1961 (Historiikki 2011, 5).

Raskaan polttoöljyn hinta nousi merkittävästi 1970-luvun lopussa, minkä vuoksi yhtiössä päätettiin teettää vuosina 1982 - 1983 suunnitelma kotimaisen polttoaineen käytöstä lämmöntuotannossa. Varsinainen investointipäätös uudesta 4,5 MW:n kiinteän polttoaineen lämpölaitoksesta tehtiin kesällä 1986 ja laitos otettiin käyttöön alkuvuodesta 1988. (Historiikki 2011, 7-8.)

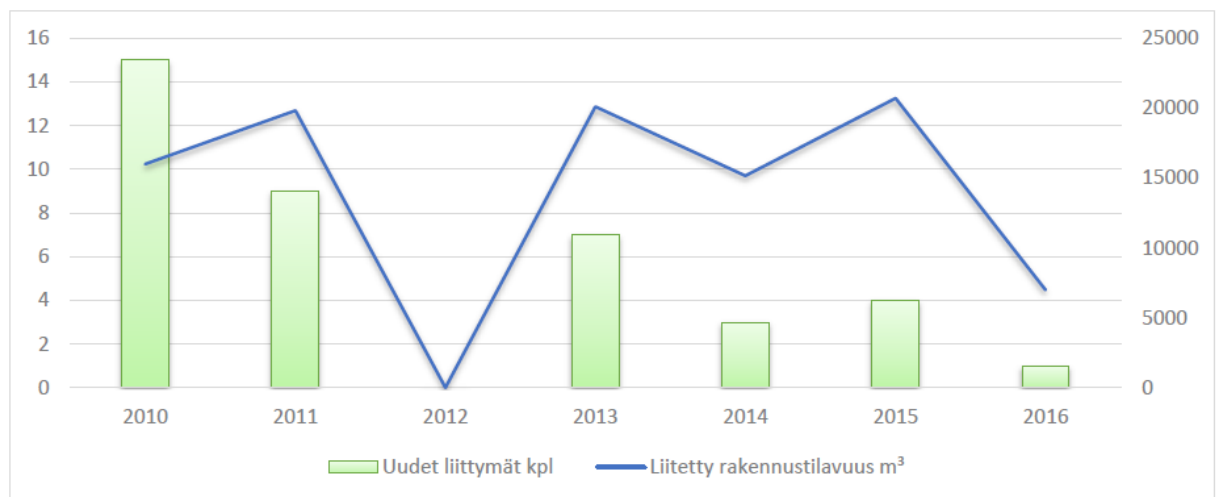
Kaukolämpöliiketoiminta jatkoi kasvuaan 2000-luvulla ja yhtiön verkostoon liittyi asiakkaita muun muassa Mannilasta ja Karhilan asuinalueelta. Lämmönmyynnin kasvua ja öljyn hinnan noustessa vuonna 2005, yhtiö päätti investoida uuteen kiinteän polttoaineen lämpölaitokseen. Uusi 4 megawatin lämpölaitos valmistui vuonna 2009 ja se tuottaa lämpöä turpeella, metsähakkeella ja sahanpurulla. (Historiikki 2011, 10–11.) Aseman KPA2-lämpölaitoksen ilmakuva on nähtävissä kuvassa 2.



Kuva 2. Aseman KPA2-lämpölaitos vuonna 2016 (Rekola 2016).

### 3 LIIKETOIMINNAN KASVUMAHDOLLISUUDET

Vuosikertomuksen (2016, 7) mukaan SKL:n liiketoiminnan ja liikevaihdon kasvu on ollut maltillista viime vuosina. Suurin osa Saarijärven keskustan lähetyvillä olevista isoista kiinteistöistä on jo liittynyt kaukolämpöön ja uusien rakennusten rakentaminen on ollut vähäistä toiminta-alueella. Suurin yksittäinen uusi omakotitaloalue Saarijärven länsipuolella Karhilassa liittyi kaukolämpöverkkoon vuosien 2008–2010 aikana. Kuten kuviosta 5 on havaittavissa, Karhilan asuinalueen liittymisen jälkeen vuosina 2011–2016 verkostoon on liittynyt vain yksittäisiä kiinteistöjä (Vuosikertomus 2016, 10).



Kuvio 5. Uudet liittymäsopimukset ja liitetty rakennustilavuus v. 2010 – 2016 (Vuosikertomus 2016, 10).

Saarijärven Kaukolämmön KPA-lämpölaitoksissa olisi kapasiteettia tuottaa lämpöä nykyistä suuremmalle kiinteistömäärälle. Kemppisen (2017) mukaan lämpölaitosten käyttöaste oli vuoden 2016 vuositilastojen perusteella noin 64 %, ja viime vuoden käyttötuntien ja tuotetun energian perusteella keskimääräinen teho oli vain noin 5,5 MW (taulukko 2). Laitosten nimellisteho on yhteensä 8,5 MW.

Taulukko 2. Lämpölaitosten käyttöaste vuonna 2016

	<b>MWh</b>	<b>h</b>	<b>MW</b>	<b>Nimellisteho MW</b>
KPA1-lämpölaitos	21 580	6 443	3,4	4,5
KPA2-lämpölaitos	10 283	4 800	2,1	4,0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>31 863</b>	<b>11 243</b>	<b>5,5</b>	<b>8,5</b>

Saarijärvellä Sara-Ahon ja Rajalan teollisuusalueilla on merkittävä kiinteistöpotentiaali, joka ei ole vielä kaukolämpöverkostossa. Iso osa edellä mainitun teollisuusalueen kiinteistöistä on Saarijärven kaupungin tytäryhtiön SSYP Kiinteistöt Oy:n omistuksessa (Moisio 2015.)

SSYP Kiinteistöt Oy:n toimitusjohtajan Marko Moision (2015) mukaan useissa yhtiön kiinteistöissä lämmitysjärjestelmä on iän ja kunnon puolesta uusimisen tarpeessa. Moision mielestä kaukolämpö olisi varteenotettava vaihtoehto eri lämmitysmuodoista.

Muita isompia kiinteistöjä laajenemisalueella ovat Ariterm Oy:n tehdashallit, entinen kirjapainotalo ja Saarijärven Vesihuolto Oy:n toimitalo.

## 4 KAUKOLÄMPÖVERKOSTON SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Kaukolämmityksessä lämpö siirtyy asiakkaille putkissa kiertävän veden mukana. Luovutettuaan lämmön asiakkaalle, vesi kierrätetään takaisin lämpölaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. Kaukolämmön jakelujärjestelmä muodostuu kokonaisuudesta, jonka pääosat ovat lämpölaitokset, kaukolämpöjohdot ja lämmön vastaanottoon ja jakeluun tarvittavat asiakaslaitteet. (Koskelainen ym. 2006, 43.)

Kaukolämpöverkon yleissuunnittelun lähtökohdan muodostavat selvitykset ja päätökset kaukolämpöön liitettävistä alueista, näiden tehontarpeesta ja lämmöntuotantolaitosten sijainnista ja tehosta. Suunnittelussa tulee selvittää ja ottaa huomioon muiden yritysten ja laitosten maanalaiset johdot, laitteet ja rakenteet, ja huolehdittava riittävästä sijoitusetäisyydestä niihin. Verkostoa mitoittaessa kannattaa myös huomioida mahdolliset tulevat laajenemistarpeet esimerkiksi 10–15 vuoden tähtämellä. (Suositus L11 2013, 5.)

Energiateollisuus ry:n suosituksen (Suositus L11 2013, 6) mukaan kaukolämpöjohdojen virtausteknisessä suunnittelussa ja mitoituksessa on useita verkon mitoittamiseen vaikuttavia tekijöitä. Eri tekijöitä ovat:

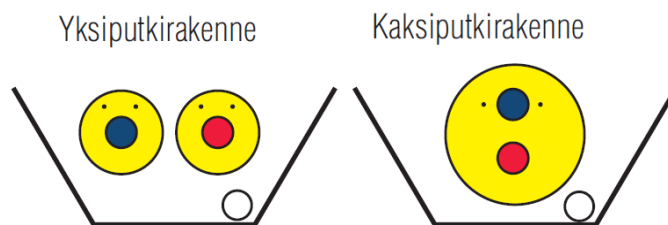
- rakennusten ominaistehontarve  $W/m^3$
- sopimusvesivirta  $m^3/h$
- johto-osuuden painehäviö  $bar/km$
- meno- ja paluuveden lämpötilaero mitoitusilanteessa
- johdon sijainti kaukolämpöverkossa
- rakennettavan johdon lähtöpisteen paine-ero epäedullisimmassa käyttötilanteessa

Verkon mitoituksen lähtökohtana on rakennettavan johdon lähtöpisteessä vallitseva paine-ero ja vähimmäispaine-eron (0,6 bar) takaaminen kaukaisimmalle asiak-

kaalle. Verkosto mitoitetaan tapauskohtaisesti mitoittavan käyttötilanteen, pääsääntöisesti huippukulutuksen mukaisesti. Kaukolämpöjohtojen mitoituksen määrää putkistossa kierrätettävä vesivirta, joka riippuu johdon kautta siirrettävästä lämpötehosta sekä meno- ja paluuveden välisestä lämpötilaerosta. (Suositus L11 2013, 6.)

Kaukolämpöverkon suunnittelussa tulee myös huomioida putkiston asennus- ja käyttöolosuhteet, joihin liittyy kiinteästi myös muun muassa salaojitus ja mahdollisen hälytysjärjestelmän asentaminen. Salaojituksen tarpeeseen vaikuttavat esimerkiksi maaperän laatu, korkeuserot ja ympäröivät vesistöt. Kuivana pysyvällä maaperällä pienennetään kaukolämpöjohdon lämpöhäviöitä. (Kaukolämpökäsikirja 2015, 8.)

Kaukolämpöverkko voidaan rakentaa joko yksi- tai kaksiputkirakenteella (kuvio 6), tai näiden yhdistelmällä. Näistä kaksiputkirakenne on taloudellisin vaihtoehto niin rakennus- kuin käyttökustannusten suhteen. Myös riskien hallinnassa kaksiputkirakenne on yksiputkista parempi, koska siinä on 50 % vähemmän suojakuoriliitoksia. Kaukolämpöjohdon rakenne koostuu teräsputkesta ja sen ympärille kiinnivaahdotusta polyuretaanivaahdosta. Eristeen suojana on luja polyetyleenikuori. (Kaukolämpökäsikirja 2015, 8, 26.)



Kuvio 6. Kaukolämmön putkirakenteet  
(Kaukolämpökäsikirja 2015, 8).

Kaukolämpöverkoston rakentamistyöt jakaantuvat työvaiheittain 1–3 erilliseen urakkaan; rakennusurakka, putkiurakka ja eristysurakka. Edellä mainittua jakoa voidaan käyttää myös tarjouskyselyn pohjana, mutta pienillä lämpöyrityksillä yleisin rakennustapa on kokonaisurakka. (Koskelainen ym. 2006, 184.)

Kaukolämpöjohtojen asentaminen tulee tehdä erittäin huolellisesti valitun verkostorakenteen vaatimukset huomioiden. Asennustyön ajaksi virtausputket on suojattava ulkopuoliselta lialta ja kosteudelta, millä estetään epäpuhtauksien pääsy verkostoon ja helpotetaan niin verkoston käyttöönottoa kuin myöhempää käyttöä. Myös kaivutyön ja erityisesti lopputäyttöön tulevan maa-aineksen tulee olla hyvälaatuista, jotta putket saadaan asennettua tasaisesti eikä kiviä tai muita teräviä kappaleita jää painamaan kaukolämpöjohdon muovisuojakuorta. (Mäkelä & Tuunanen 2015, 61.)

## 5 YHTEISKUNTAVASTUU JA VERKOSTOLAAJENNUKSEN VAIKUTUKSET

### 5.1 Yritysten yhteiskuntavastuu

Yhteiskuntavastuu on ollut yksi merkittävimmistä yritystoimintaa vaikuttaneista ilmiöistä 2000-luvulla. Vastuullisuuden määrittäminen, mittaaminen ja näiden uusien mittarien avulla johtaminen ovat myös huomattavasti tarkentuneet ja systematisoituneet. Suomessa yritykset ovat kantaneet vastuuta omasta taloudestaan, väestään ja lähiympäristöstään jo vuosikymmenten ajan. Suomalaista yrityskulttuuria on kuvannut rehellisyys ja sopimusten pitäminen. (Talvio & Välimaa 2004, 9; Jussila 2010, 7.)

Jussilan (2010, 15) mukaan yhteiskuntavastuun keskeisimmät osa-alueet ovat taloudellinen vastuu, sosiaalinen vastuu ja ympäristövastuu. Näitä on vielä usein tarkennettu erilaisilla lisäjaotteluilla. Esimerkiksi sosiaalinen vastuu on voitu jakaa erikseen työhyvinvointiin, ihmisoikeuksiin, lähialueeseen ja tuotevastuuseen. Yhteiskuntavastuun määrittämisessä ja edistämisessä yhtenä merkittävimpana tekijänä on ollut YK:n ympäristöjärjestön UNEP:in yhteistyöelin GRI (Global Reporting Initiative). GRI on kansainvälinen hanke, joka pyrkii yhtenäistämään yhteiskuntavastuuraportoinnin käytäntöjä ja sisältöjä kansainvälisesti. (Jussila 2010, 7–8, 15–16; Talvio ym. 2004, 126; Global Reporting Initiative (GRI) homepage 2017.)

Yhteiskuntavastuun tarkoituksena on tehdä yrityksistä pitkällä aikavälillä kestäviä ja menestyviä, ja samalla niistä voidaan ajatella tulevan aikaisempaa eettisempiä. Osakeyhtiöiden yhteiskuntavastuussa korostuvat omistajat, joiden odotukset taloudellisesta voitosta voivat rajata yhteiskuntavastuun kehitystä. Nykyään osakeyhtiöiden osakkailla ja sijoittajilla on kuitenkin hyvä ymmärrys yhteiskuntavastuun merkityksestä. (Jussila 2010, 24, 26–27.)

Taloudellisessa vastuussa tarkastellaan yhtiön vakavaraisuutta ja riskienhallintaa sekä yrityksen ympärillä olevien ihmisten ja organisaatioiden saamaa taloudellista hyötyä. Taloudellisten toimintaedellytysten tarkastelulla ja riskienhallinnalla pyritään



mahdollistamaan yrityksen hyvä toiminta myös tulevaisuudessa. Raportointi- ja seurantamenetelmät ovat samantyylliset kuin yrityksen perinteisessä talouden seurannassa. Suurin ero verrattuna perinteiseen taloudelliseen analysointiin, on taustajajatus kohtuullisesta voitosta ja voitonjaosta. (Jussila 2010, 60.)

Ympäristövastuun osa-alueessa tarkastellaan kokonaisvaltaisesti yrityksen toiminnan vaikutuksia ympäristöön. Oman toiminnan tarkastelun lisäksi siihen liittyy yhteistyökumppaneiden tarkastelu, yrityksen tuotteiden elinkaari, tuotteiden käyttö ja niiden vaikutukset toimintaympäristöön. Ympäristötarkastelu sisältää maaperän, vesistöt, luonnonvarat, päästöt ja ilmaston. Ympäristöasiat ovat olleet pitkään laajan yleisen kiinnostuksen kohteena ja lukuisat sidosryhmät seuraavat ja tutkivat niitä. Tämä on tuottanut tarkempia ja parempia menetelmiä ja mittareita ympäristöasioiden seurantaan ja kehittämiseen. (Jussila 2010, 78.)

Sosiaalisessa vastuussa käsitellään henkilöstöön ja muihin sidosryhmiin liittyviä asioita, kuten yrityksen toimialueen ihmisten hyvinvointia ja hyvinvoinnin edellytyksiä. Sosiaalinen vastuu on usein myös jaettu erikseen työhyvinvointiin, ihmisoikeuksiin, lähialueeseen ja tuotevastuuseen. (Jussila 2010, 16, 78.)

## **5.2 Yhteiskuntavastuu Saarijärven Kaukolämpö Oy:ssä**

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto ja nimestään huolimatta lämpö tuotetaan paikallisesti lähellä asiakasta. Kaukolämmön tuotannossa polttoaineina käytetään paikkakunta- ja tuotantolaitoskohtaisesti esimerkiksi puuta, maakaasua tai turvetta. Useissa kunnissa kaukolämpö tuotetaan kokonaan kotimaisilla polttoaineilla. Kaukolämmityksen hyötyjä ovat muun muassa energiatehokkuus, ympäristöystävällisyys, käyttövarmuus ja helppokäyttöisyys. (Koskelainen, Saarela & Sipilä 2006, 51; Energiateollisuus ry:n kotisivut 2017.)

Saarijärven Kaukolämpö Oy:n liiketoiminnan ydin on lämpö, jota tuotetaan pääasiassa kotimaisella lähienenergialla, puulla ja turpeella. Yhtiön toimialue on Saarijärven keskusta ja taajama-alueet, joten paikallisuus on tärkeää yrityksen toiminnalle. SKL:n toiminta ja yhteistyö toimialueellaan on aktiivista ja monipuolista. Saarijärven

kaupungin 100 % omistamana tytäryhtiönä Saarijärven Kaukolämmön olisi tärkeää huolehtia omalta osaltaan yhteiskuntavastuusta.

Saarijärven Kaukolämpö Oy:ssä yhteiskuntavastuuraportointia ei ole ollut käytössä, mutta yrityksen määrittämistä arvoista (tyytyväiset asiakkaat ja työntekijät, tasapuolisuus, ympäristölähtöisyys, paikallisuus, vastuullisuus ja työntekijöiden henkisen ja fyysisen hyvinvoinnin edistäminen) on havaittavissa, että ne liittyvät vahvasti yhteiskuntavastuun eri osa-alueisiin. Tulevissa linjauksissa yhteiskuntavastuuasiat voisivat kuitenkin olla entistä näkyvämmiin ohjaamassa strategian laadintaa.

Taloudellinen vastuu Saarijärven Kaukolämpö Oy:ssä voisi tarkoittaa esimerkiksi liiketoiminnan rakentumista kestäväälle pohjalle, jolloin yhtiö tuottaa pitkäjänteisesti lisäarvoa kaikille sidosryhmilleen sekä lisää taloudellisia hyvinvointivaikutuksia saarijärveläisille asukkaille ja yrityksille. Viime vuosien energiahinnan alennukset ovat mielestäni hyvä esimerkki taloudellisesta vastuusta, ja se kuvastaa myös yhtiön omistajan arvoja siten, että kaupungille ei haluta tulouttaa niin sanottua piiloveroa tytäryhtiön kautta korkeiden hintojen myötä.

Ympäristövastuun osa-alueella voidaan tarkoittaa vastuuta ympäristön tilasta, johon on mahdollista vaikuttaa esimerkiksi polttoaineiden hankinnan kautta. Huolehtimalla ympäristön hyvinvoinnista voidaan varmistaa hyvät toimintaedellytykset ihmisille ja yrityksille myös tulevaisuudessa. Saarijärven Kaukolämmön strategiaan on linjattu, että yhtiön tulisi osallistua tutkimus- ja kehittämishankkeisiin, joiden avulla selvitetään esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden hyödyntämismahdollisuuksia lämmöntuotannossa. Yhtiössä selvitetäänkin parhaillaan muun muassa aurinkoenergian ja biokaasun hyödyntämismahdollisuuksia.

Sosiaalinen vastuu voisi olla nähtävissä muun muassa yhtiöön sitoutuneessa ja ammattitaitoisessa henkilöstössä, joiden ansiosta asiakkaat voivat nauttia toimintavarmasta ja edullisesta lämmitysratkaisusta.

### **5.3 Verkostolaajennuksen yhteiskuntavastuuvaikutukset**

Kaukolämpöverkon laajentamisella voidaan katsoa olevan monia vaikutuksia yhteiskuntavastuun eri osa-alueilla. Verkoston laajentaminen edistäisi muun muassa

alueen hyvinvointia tarjoamalla nykyisten pääasiassa öljyllä toimivien lämmitysratkaisujen tilalle vaivattoman ja varmatoimisen kaukolämmityksen.

Taloudellisen vastuun näkökulmasta katsottuna verkostolaajennuksesta hyötyisivät eri sidosryhmät sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä laajennus-hanke hyödyttäisi erityisesti verkoston rakentamisen kautta. Vaikutukset voisivat olla paikallisesti merkittäviä, koska Saarijärveltä löytyy useita maanrakennusurakoitsijoita sekä kaukolämpöputkia valmistama yritys. Verkostolaajennus hyödyttäisi myös pitkävaikutteisesti kaukolämmön tuotannon kasvuun tarvittavien polttoaineiden hankinnan kautta. Hankkimalla polttoaineet strategian mukaisesti läheltä, hyödyttäisi se paikallisia bioenergiantuottajia ja -toimittajia. Verkostolaajennuksesta aiheutuvat verotulot olisivat merkittävät, ja ne jäisivät hyödyttämään suurelta osin Saarijärven aluetaloutta.

Verkostolaajennuksen ympäristövaikutukset koostuvat pääasiassa kaukolämmön-tuotannossa käytettävistä kotimaisista polttoaineista, joilla korvattaisiin ulkomailta tulevaa polttoöljyä. Siirtyminen öljystä energiatehokkaaseen ja ympäristöystävällisempään kaukolämpöön olisi Saarijärven kaupungille myös myönteinen imagote-kijä.

## 6 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 6.1 Työssä käytettävät aineistot ja yleiset laskentaperusteet

Kaukolämmöstä mahdollisesti kiinnostuneiden asiakkaiden määrä selvitettiin kyselytutkimuksen avulla. Kyselyn tueksi laadittiin lomake, joka on nähtävillä liitteessä 2.

Energiankulutustietoina on käytetty kyselystä saatuja todellisia lämmönkulutuksia. Laajennuksen potentiaalisten uusien kuluttajien tehontarpeet on määritelty käyttämällä rakennusten tyypillisiä ominaislämpötehoja ja lämpöindeksejä rakennustyypeittäin.

Verkoston investointikustannusten määrittämisessä käytettiin Energiateollisuus ry:n tilastoimia ja julkaisemia kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannuksia. Laajennuksen verkostokulut ovat 234 €/m ja verkoston kestoiksi määriteltiin 40 vuotta.

Polttoaineiden kustannuksina käytettiin seuraavia hintoja: jyrsinpolttoturve 14,98 €/MWh, metsähake 20,71 €/MWh, kevyt polttoöljy 70,00 €/MWh. Jyrsinturpeen ja metsähakkeen hinnat ovat vuoden 2017 1. neljänneksen keskiarvoja ja ne sisältävät myös turpeen valmisteveron (Tilastokeskuksen kotisivut 2017). Kevyen polttoöljyn hintana käytettiin viimeisimmän ostotilauksen hintaa maaliskuulta 2017 (Kemppinen 2017).

Polttoaineen kulutus laajennusalueen lämmittämiseen on laskettu käyttämällä kokonaishyötysuhdekerrointa 0,80, joka on saatu kahtena edellisenä vuonna toteutuneiden lämmöntuotannon kokonaishyötysuhteiden keskiarvosta (Kemppinen 2017).

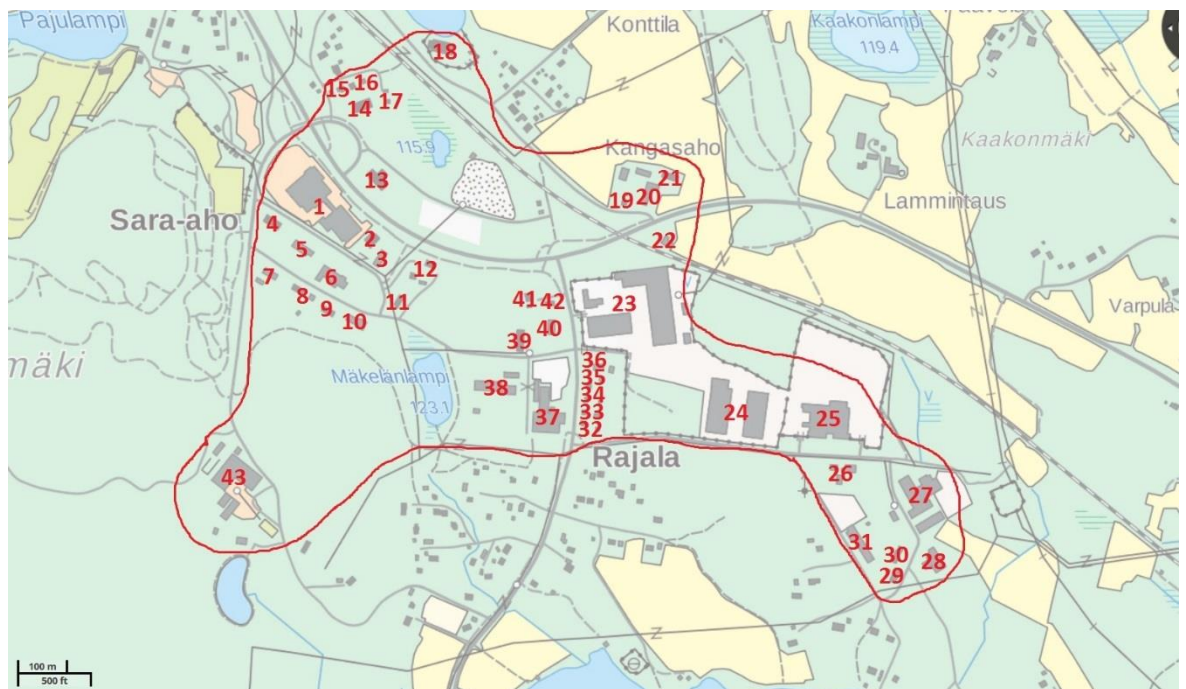
Nykyiset laitosten käyttö- ja huoltokustannukset (200 000 €) on otettu SKL:n vuoden 2016 tuloslaskelman toteutuneista kuluista. Verkostolaajennuksesta aiheutuvat vuosittaiset laituskulut (10 000 €) ovat arvioita lämmöntuotannon lisäyksen johdosta. Laituskulut ovat pienet verrattuna nykyisiin kustannuksiin, koska verkostolaajennuksessa voidaan hyödyntää olemassa olevia lämpölaitoksia.

Rahoituskustannukset laskettiin 450 000 € lainamäärälle ja investoinnin loppusumma oletettiin rahoitettavaksi tulorahoituksella. Korkoprosenttina käytettiin 1,5 %

ja lainan takaisinmaksuaikana 20 vuotta. Rahoituslaskelmissa on käytetty pitkää lainan takaisinmaksuaikaa, koska lämmitysjärjestelmäinvestoinnit ovat pitkäkestoisia hankintoja.

## 6.2 Kyselyn toteutus

Kyselytutkimus lähetettiin Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueen kiinteistöihin ja mahdollisen uuden kaukolämmön runkovesiputken läheisyydessä oleviin kiinteistöihin. Alla olevassa kartassa (kuvio 7) on nähtävillä kyselyyn rajattu alue ja kiinteistöt, joita on alueella yhteensä 43 kpl.



Kuvio 7. Kyselytutkimusalue ja kiinteistöt (numeroituna), joille kysely osoitettiin

## **7 KAUKOLÄMPÖVERKKOKYSELY**

### **7.1 Tulokset**

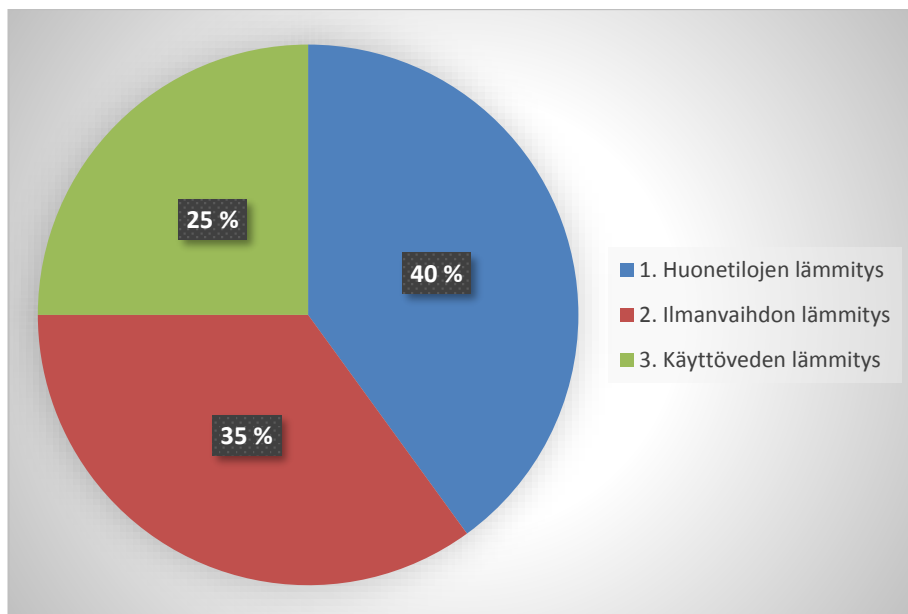
Kaukolämpöverkkokysely lähetettiin tarkastelussa olevan laajenemisalueen kiinteistöille 15.6.2015. Kyselyyn saatiin vastauksia yhteensä 16 kpl, joista 9 kpl koski yksityisomistuksessa olevia kiinteistöjä ja 7 kpl SSYP Kiinteistöt Oy:n kiinteistöjä. Kyselyn vastausprosentti oli noin 37 %. Tutkimuksen mukaan kaukolämmöstä kiinnostuneita potentiaalisia asiakkaita oli yhteensä 10 kiinteistöä. Laajennusalueen kiinteistöjen omistajiin oltiin puhelimitse yhteydessä vielä syksyllä 2016, mutta uusia mahdollisesti kaukolämmöstä kiinnostuneita asiakkaita ei tullut lisää.

## 8 SARA-AHON & RAJALAN VERKOSTOLAAJENNUS

### 8.1 Laajennusalueen energiankulutus ja tehon tarve

Kiinteistöjen lämmön tarpeessa on kaksi osatekijää, teho ja energia. Riittävä teho tarvitaan, että kiinteistö eli asiakas saa kullakin hetkellä tarvitsemansa sisäilman ja käyttöveden lämpötilan. Tehon ylläpitäminen kulutustarpeiden mukaisesti tietyssä ajanjaksona kuluttaa energiaa. (Koskelainen ym. 2006, 51.)

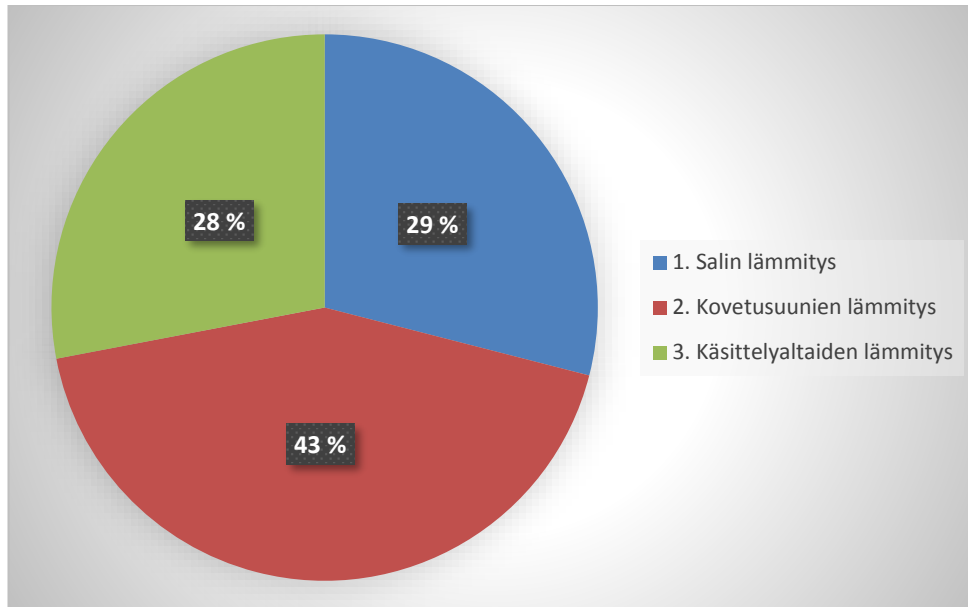
Koskelaisen ym. (2006, 51) mukaan asuinkiinteistöjen vuosittainen energiankulutus jakautuu seuraavasti (kuvio 8):



Kuvio 8. Asuinkiinteistöjen energiankulutuksen jakautuminen

Teollisuuskiinteistöissä energiankulutus poikkeaa paljon toisistaan erilaisten käyttötarkpeiden vuoksi. Teollisuudessa olisikin tärkeää ottaa huomioon tuotantoprosessien ja kiinteistötökniiikan energiatekniset synergiat, jolloin esimerkiksi kiinteistön lämmityksessä voidaan hyödyntää valmistusprosessien ylijäämälämpöä. (Promaint-lehden kotisivut 2017.)

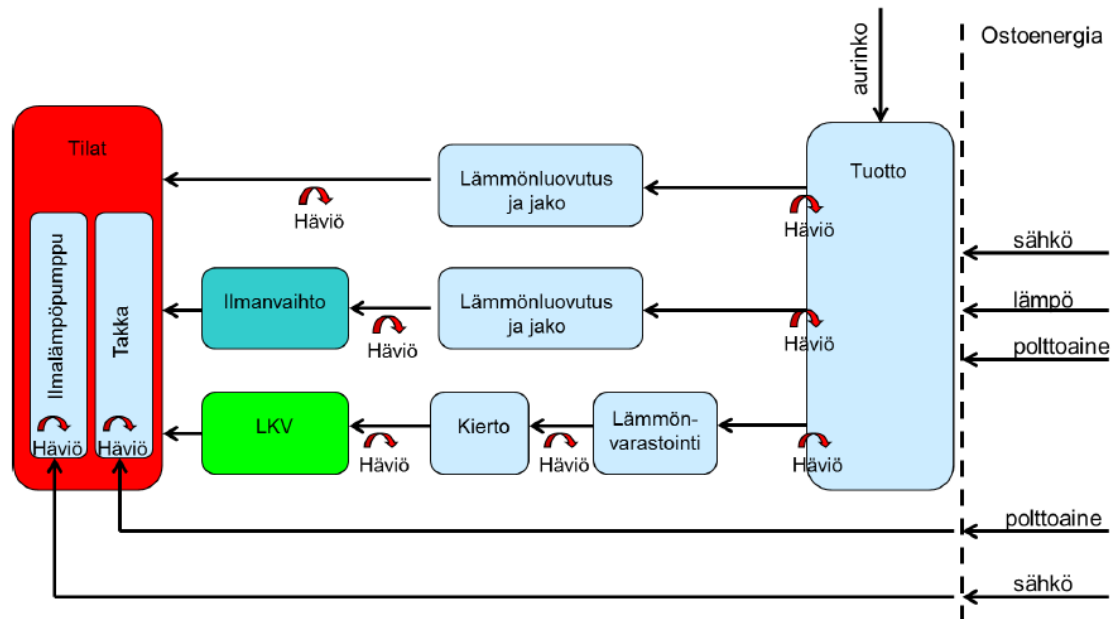
Teollisuuskiinteistöissä lämmönkäytön jakauma voi myös vaihdella suuresti ja koh- teessa voi olla käytössä useita eri lämpöenergiälähteitä, kuten kaukolämpöä, höy- ryä, kaasua ja sekundaarilämpöä. Kuviossa 9 on esitetty erään teollisuuskiinteistön lämmönkäytön jakauma. (Promaint-lehden kotisivut 2017.)



Kuvio 9. Esimerkki teollisuuskiinteistön lämmönkulutusjakaumasta (Promaint-lehden kotisivut 2017).

Kuvion 10 mukaan lämmitysjärjestelmän energiankulutus lasketaan huonetilojen, il- manvaihdon ja käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeista, huomioimalla läm- mönluovutuksen, lämmönjaon ja lämmönvarastoinnin häviöt. Lämmöntuoton vaiku- tus energiankulutukseen lasketaan hyötysuhteella tai lämpökertoimen avulla. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2013, 37.)





Kuvio 10. Lämmitysjärjestelmänlaskennan periaate (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2013, 37).

Uudisrakennuksissa lämmitystehontarve lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Olemassa olevien kiinteistöjen lämmitystehontarve lasketaan käytettävissä olevien kulutustietojen ja -mittausten perusteella. (Koskelainen ym. 2006, 51.)

Koskelaisen ym. (2006, 55) mukaan tehonlaskentaa tarvitaan asiakaslaitteiden mitoittamiseksi, liittymistehon määrittämiseksi, lämmönkulutuksen arvioimiseksi eri käyttötilanteissa ja rakennuksen lämmitysjärjestelmän tutkimiseksi. Kiinteistön lämmitysteho ja kapasiteetti on valittava siten, että asiakkaille turvataan riittävä energian saanti rakentamismääräysten mukaisesti paikkakunnan mitoitusulkolämpötilassa. (Koskelainen ym. 2006, 61.)

Kiinteistölle määritelty lämmitysteho on pohjana myös kaukolämmön liittymisteholle eli tilausteholle. Rakennuksen lämmitystehoa ei voida kuitenkaan suoraan pitää liittymistehona, koska lyhytaikaiset huiput eivät vaikuta lämmönhankinnan kustannusten muodostumiseen. Tämän vuoksi liittymistehossa otetaan huomioon vain osa vaihteluista. (Koskelainen ym. 2006, 65.) Kaukolämmön liittymistehossa käytetään termiä tilausvesivirta, joka tarkoittaa asiakkaan käyttöön liittymisvaiheessa varattua

lämmitystehoa vastaavaa kaukolämpöveden virtausta. Tilausvesivirta (m<sup>3</sup>/h) kirjataan asiakkaan kanssa tehtävään lämpösopimukseen. Tilausvesivirtaa käytetään liittymis- ja perusmaksun laskentaperusteena. (Suositus K15 2014,1.)

Kyselystä saatujen tietojen pohjalta on tehty yhteenveto taulukkoon 3, josta on nähtävillä muun muassa kiinteistöjen lämmitettävä rakennustilavuus, nykyinen lämmitysmuoto ja arvio energiankulutuksesta. Näiden tietojen pohjalta on laskettu ja mitoitettu kiinteistöjen tilausvesivirrat, joiden perusteella määräytyvät liittymismaksut ja perusmaksut. Kaavat perus- ja liittymismaksun perusteista löytyvät Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivuilla olevasta hinnastosta. Esimerkkilaskelma tilausvesivirran määrittämisestä on nähtävillä liitteessä 4.

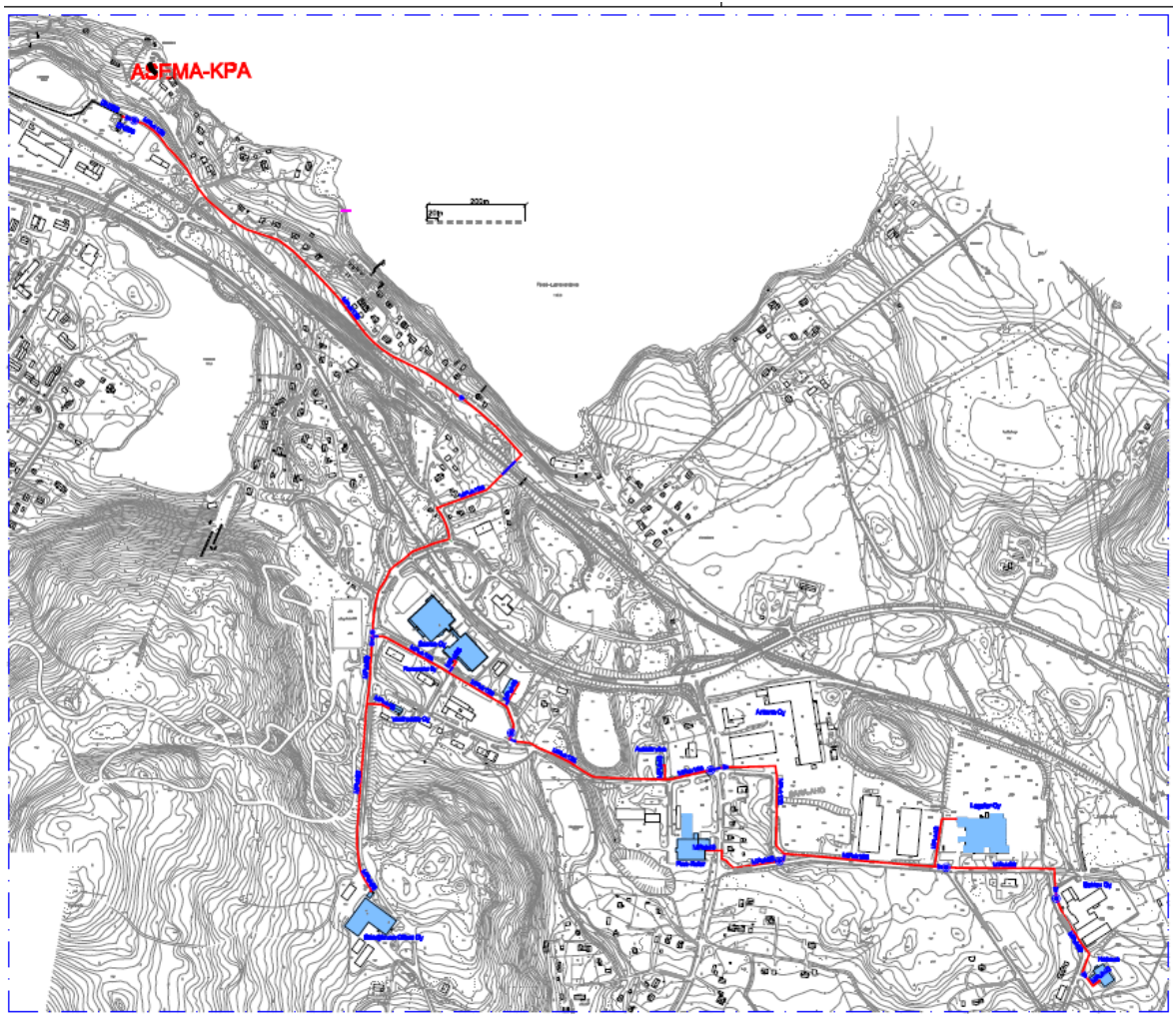
Taulukko 3. Liittymälaskelmat laajennuksen kymmenelle mahdolliselle liittyjälle

KIINTEISTÖJEN TIEDOT			KAUKOLÄMPÖLIITTYMÄ			TULOT (ALV 0 %)		
Kerros-ala	Rakennustilavuus	Nykyinen lämmitysmuoto	Tilausvesivirta	Liittymisteho	Energiankulutus	Liittymismaksu	Perusmaksu	Energiamaksu
m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /h	kW	kWh/a	€/kpl	€/a	€/a
140	350	Sähkö	0,3	17	12 000	4 259	511	733
200	500	Sähkö	0,3	20	15 000	4 582	590	897
448	1 640	Sähkö	0,8	51	46 000	8 221	1 436	2 747
600	2 000	Öljy	1,5	100	95 000	14 043	2 524	5 684
732	2 195	Öljy	1,2	82	77 000	11 860	2 116	3 889
1 006	6 233	Sähkö	1,6	111	106 000	15 337	2 766	6 340
1 180	5 880	Öljy	1,5	99	94 000	13 962	2 509	5 629
4 200	33 600	Pelletti	10,9	744	739 000	53 126	10 809	37 415
5 791	38 050	Öljy	3,4	233	228 000	25 218	5 472	13 659
8 493	46 340	Öljy	8,2	561	556 000	43 994	9 472	31 274
<b>22 790</b>	<b>136 788</b>		<b>30</b>	<b>2 018</b>	<b>1 968 000</b>	<b>194 601</b>	<b>38 204</b>	<b>108 267</b>

Laajennusalueella kaukolämmöstä kiinnostuneiden liittyjien lämmitettävä rakennustilavuus on yhteensä noin 137 000 m<sup>3</sup>. Kiinteistöille tehtyjen tilausvesivirtalaskelmien mukaan energiankulutus on yhteensä noin 1 968 MWh/a ja kokonaisliittymisteho noin 2,0 MW.

## 8.2 Suunnitelma verkostoreitistä

Laajennuksen verkostoreitti suunniteltiin yhteistyössä ProCadMe Oy:n kanssa kyselyssä kiinnostuksensa kaukolämpöä kohtaan osoittaneiden kiinteistöjen mukaisesti. SKL:n toimitusjohtaja Tuomo Vilkkilä ja Marko Rekola ProCadMe:lta suunnittelivat verkostoreitin maastokäyntien ja maankamarakartan (liite 5) avulla. Suunnittelussa pyrittiin myös huomioimaan pakolliset maanteiden ja rautatien alitukset. Verkostokartan (kuvio 11) on piirtänyt Marko Rekola. Liitteessä 3 suunnitelmakartta on nähtävillä isompana.



Kuvio 11. Laajennuksen verkostokarttasuunnitelma (Rekola 2017).

### 8.3 Verkstohäviölaskelmat

Pienissä kaukolämpöverkoissa lämpöhäviöt ovat tyypillisesti 10 - 20 %, kun putkikoot ovat sisähalkaisijaltaan keskimäärin DN 50 kokoa. Keskimääräisen putkikoon (DN 150) ollessa isompi, verkon lämpöhäviöt ovat noin 4 - 10 %. Pienten verkkojen suuremmat häviöt johtuvat putken suuremmasta vaippapinta-alasta suhteessa siirtokykyyn. (Koskelainen ym. 2006, 203.)

Kaukolämpöputkista lämpöä siirtyy maaperään ja sitä kautta ympäristöön. Osa lämmöstä ei häviä, vaan se siirtyy menoputkesta paluuputkeen, jolloin se palaa lämpölaitokselle hyödynnettäväksi. Nykyisin kaukolämpöjohdoissa käytetään eristeaineena polyuretaania, jonka lämmönjohtavuus riippuu käyttölämpötilasta, kosteudesta, tilavuuspainosta sekä iästä. (Koskelainen ym. 2006, 203.)

Laajennusalueen lämpöhäviöt on laskenut Jukka Lankinen Logstor Oy:stä. Häviöiden laskennassa on hyödynnetty Logstor Oy:n omaa laskentaohjelmaa. (Lankinen 2017). Lämpöhäviöt ovat nähtävillä alla olevassa kuviossa 12.

3. Saarijärvi\_1\_20\_1\_2017 Calculate Add pipe Delete pipe

No	Type of system	Length (m)	d1	W/m	MWh/year
1	TwinPipe ▾	226	40 ▾	11.80	23.36
2	TwinPipe ▾	492	50 ▾	11.10	47.83
3	TwinPipe ▾	803	80 ▾	13.57	95.48
4	TwinPipe ▾	608	100 ▾	13.14	69.99
5	TwinPipe ▾	2491	125 ▾	12.57	274.43
6	TwinPipe ▾	32	65 ▾	12.69	3.56
Total MWh/year					514.65

Kuvio 12. Verkstolaajennuksen lämpöhäviöt (Lankinen 2017).

Kuten edellisestä kuviosta voidaan havaita, niin verkostohäviölaskelmat on määritetty kaksiputkisille kaukolämpöjohdoille (TwinPipe) ja kullakin putkikoolla ( $d_1$ ) on lämpöhäviöarvo (W/m) metriä kohden. Laajennuksen verkostohäviöt ovat laskelmien mukaan yhteensä noin 515 MWh vuodessa.

#### 8.4 Verkoston rakentamiskustannukset

Tässä työssä verkostolaajennuksen rakentamiskustannuksia on arvioitu Energiateollisuus ry:n vuosien 2010, 2014 ja 2015 tilastojen perusteella (Energiateollisuus ry:n kotisivut 2017.) Laajennuksen verkstorakentamiskustannukset ovat nähtävillä alla olevassa taulukossa 4 suunnitelman mukaisille putkiosuuksille kokonaisurakana. Putkityyppinä on käytetty kiinnivaahdotettua kaksiputkista kaukolämpöjohtoa (Mpuk). Laajennuksessa käytettävät erilaiset putkikoot (Halkaisija-DN) on laskettu taulukkoon Rekolan (2017) tekemän verkostosuunnitelman pohjalta.

Taulukko 4. Verkostolaajennuksen investointikustannukset

Tyyppi	Halkaisija	m	€/m	€
Mpuk	DN40	226	133	30 058
Mpuk	DN50	492	146	71 832
Mpuk	DN65	32	166	5 312
Mpuk	DN80	803	188	150 964
Mpuk	DN100	608	226	137 408
Mpuk	DN125	2491	278	692 498
		Rautatien alitus		20 000
			<b>YHT</b>	<b>1 108 072</b>

Korkeimmat kustannukset aiheutuvat lämpölaitokselta laajennusalueelle tehtävästä siirtolinjasta (DN100 ja DN125), jonka osuus kokonaiskustannuksista on noin 829 900 € eli noin 75 %. Lisäksi kustannuksia syntyy suuntaporauksella tehtävästä rautatien alituksesta. Rekolan (2017) mukaan rautatien alittamisen kustannukset ovat noin 20 000 €. Tehtyjen verkostosuunnitelmien mukaan rakentamiskustannukset ovat laajennushankkeessa yhteensä noin 1 108 072 €.

Verkostolaajennuksen investointikustannukset ovat työssäni suuntaa antavia, koska käytetyt hinnat pohjautuvat Energiateollisuuden jäsenlaitoksilta kerättyihin tietoihin. Hintatilastoista ei käy ilmi, että minkä tyyppisissä olosuhteissa verkostoa on rakennettu ja ovatko kustannukset lähtöisin kaupungin keskusta- vai taajama-alueilta. Lisäksi verkostorakentamiskustannuksiin vaikuttavat muun muassa asennusolosuhteet, asennustavat, rakennusprojektien johtopituus ja luonne sekä erilaisten verkostokomponenttien (kulmat, haarat jne.) määrät.

Työni investointikustannuksissa ei ole myöskään huomioitu mahdollisia kallioiden louhimisia. Jos hanketta päätettäisiin lähteä toteuttamaan, niin verkostoreitille kannattaisi tehdä tarkemmat maaperätutkimukset. Tehtyjen alustavien suunnitelmien mukaan iso osa laajennuksen verkostoreitistä on kuitenkin maaperältään helppoa kaivaa, joten hankkeen kilpailuttamisella voisi olla mahdollista saada investointikustannuksia alhaisemmiksi.

## 9 VERKOSTOLAAJENNUKSEN KANNATTAVUUS

### 9.1 Laskelmat nykytilanteesta

Taulukossa 5 on nähtävillä laskelmat vuoden 2016 mukaisista kaukolämmön tuotannon ja jakelun kustannuksista. Vuosittaiset kustannukset muodostuvat polttoainekustannuksista, laituskuluista, verkostokuluista ja laitosten käyttö- ja huoltokustannuksista.

Polttoaineiden hankintamääränä käytettiin 33 000 MWh ja se jaettiin eri polttoaineille toteutuneen käytön mukaisesti.

Vuosittaiset laituskulut laskettiin käyttämällä niiden vakuutusarvoa ja määrittämällä kestoiksi 40 vuotta. Kaukolämpöverkoston vuosikustannus laskettiin käyttämällä uudelleenhankinta-arvona 250 €/m ja kestoikänä 40 vuotta. Laitosten käyttö- ja huoltokustannukset on arvioitu toteutuneiden kustannusten pohjalta.

Taulukko 5. Laskelmat nykytilanteen (v. 2016) kustannuksista

<b>Polttoainekustannukset</b>	<b>MWh</b>	<b>€</b>
Jyrsinpolttoturve	23 000	344 540
Metsähake	9 000	186 390
Kevyt polttoöljy	1 000	70 000
	<b>33 000</b>	<b>600 930</b>

<b>Laitoskulut</b>	
Laitosten vakuutusarvo, €	8 744 500
Kestoikä, a	40
Vuosikustannus, €/a	<b>218 613</b>

<b>Verkostokulut</b>	
Verkostoa, m	23 750
Uudelleenhanhinta-arvo, €/m	250
Uudelleenhanhinta-arvo, €	5 937 500
Kestoikä, a	40
Vuosikustannus, €/a	<b>148 438</b>

<b>Laitosten käyttö- ja huoltokustannukset</b>	<b>€</b>
Sähkö	80 000
Jäte, vesi, siivous yms.	10 000
Huoltotyöt (n. 2 h/pv/laitos)	30 000
Koneet ja varaosat	80 000
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>200 000</b>

<b>Tuotantokustannukset vuonna 2016</b>	
Laitoskulut, €	218 613
Verkostokulut, €	148 438
Polttoainekustannukset, €	600 930
Käyttö- ja huoltokustannukset, €	200 000
	<b>1 167 980</b>

## 9.2 Verkostolaajennuksen kannattavuus

Investoinneilla tarkoitetaan pitkävaikutteisten tuotannon tekijöiden hankkimista, kuten esimerkiksi maa-alueet, rakennukset, koneet ja laitteet. Investoinnin hankintameno merkitään yleensä tilinpäätökseen poistoina ja vähennettynä taseessa. Investoinneille on tyypillistä, että niissä rahankäytöllä ja rahanlähteillä on selkeä yhteys ja pitkä aikaero. (Leppiniemi 1993, 15.)



Koska investointeihin liittyy ajallinen ulottuvuus ja epävarmuus tuloista ja menoista, täytyy niiden edullisuutta arvioitaessa ottaa huomioon useita erityispiirteitä sekä hyödyntää laskentatekniikkaa. Investointien valmisteluun kuuluu yleensä investointilaskelman laatiminen. Kaikkia tekijöitä ei kuitenkaan kyetä sisällyttämään laskelmiin, vaan osa investointipäätökseen liittyvistä seikoista jää päätöksentekijän harkintaan. (Leppiniemi 1993, 15.)

Investoinnin takaisinmaksuajan menetelmä on yksi yleisimmin yrityksissä käytössä oleva laskentamenetelmä. Sen avulla pystytään helposti laskemaan, minkä ajan kuluessa yhteenlasketut nettotuotot ylittävät investoinnin hankintakustannukset. Takaisinmaksuajan menetelmässä ei oteta huomioon korkokantaa, minkä vuoksi sitä ei tulisi käyttää yksin, vaan täydennyksenä kehittyneemmille laskentamenetelmille. Takaisinmaksuaika lasketaan hankintameno jaettuna vuotuisella nettotuotolla. (Leppiniemi 1993, 25–26; Niskanen & Niskanen 2000, 321.)

Toinen yleisesti käytössä oleva menetelmä on investoinnin sisäinen korkokanta. Sen avulla saadaan investoinnin tuotto vuotuisena korkona, joka on helposti verrattavissa erikokoisiin ja tyyppisiin investointeihin. Yrityksen ei tarvitse etukäteen päättää tuottovaatimusta, vaan se voi vertailla sisäistä korkoa esimerkiksi muiden investointien sisäisiin korkoihin, yrityksessä asetettuihin tuottovaatimuksiin tai rahoituksen kustannuksiin. (Leppiniemi 1993, 24.)

$$H - \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \cdot q$$

Sisäisen korkokannan kaava, jossa:

$i$  = laskentakorkokanta/ tuottovaatimus

$n$  = pitoaika vuosissa

$H$  = hankintameno

$q$  = vuosittaiset juoksevat kustannukset

Investoinnin pitoajalla tarkoitetaan sitä taloudellista käyttöaikaa, joka investoitavalla hyödykkeellä yritykselle on. Pitoajan pituus riippuu yrityksen ulkoisista ja sisäisistä

tekijöistä ja sillä voidaan tarkoittaa esimerkiksi koneen fyysistä käyttökelpoista ajanjaksoa. (Yritystulkin kotisivut 2017.)

Investoinnin tuottovaatimuksen tulisi aina olla suurempi kuin rahoituksen hinta ja ainoastaan viranomais määräyksiin perustuvilla investoinneilla ei ole tuottovaatimusta. Erilaisia suuntaa-antavia tuottovaatimuksia tuotannollisille investoinneille on esitelty taulukossa 6. (Yritystulkin kotisivut 2017.)

Taulukko 6. Suuntaa-antavia tuottovaatimuksia  
(Yritystulkin kotisivut 2017)

Investoinnin kuvaus	Tuottovaatimus
Lakiin tai määräyksiin perustuvat investoinnit	Ei tuottovaatimusta
Markkina-aseman turvaaminen investoinnein	6 %
Koneiden ja laitteiden uusinta tai peruskorjaus	10-12 %
Kustannusten alentaminen investoinnin avulla	12-15 %
Tuottojen lisääminen investoinnilla	15-20 %
Uusien markkina-alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden valmistaminen riskinalaisin investoinnein	20 %

Taulukossa 7 on nähtävillä laajennusalueen kiinteistöjen lämmittämiseen tarvittavien polttoaineiden määrä (MWh) ja kustannukset (€). Polttoaineiden hintoina ja jaotteluna eri laatuihin on käytetty samaa suhdetta kuin vuoden 2016 nykytilanteessa.

Taulukko 7. Polttoainekustannukset laajennusalueella

Polttoaine	MWh	€
Turve	1 440	21 571
Hake	900	18 639
Kevyt polttoöljy	120	8 400
<b>YHT</b>	<b>2 460</b>	<b>48 610</b>

Verkostolaajennuksen vuosikustannukset ja kannattavuuslaskelmat ovat nähtävillä taulukossa 8. Verkstokustannukset on laskettu aiemmin esitettyjen investointikus-

tannusten perusteella ja vuosikustannuksen saamiseksi on käytetty verkoston kestoikä 40 vuotta. Laitoskulut ja korjaus- ja kunnossapitokustannukset on arvioitu laajennuksen lämmöntuotannon lisäyksen mukaisesti.

Taulukko 8. Verkostolaajennuksen kannattavuuslaskelmat

<b>Verkostokulut</b>	
Verkostoa, m	<b>4 652</b>
Verkostokustannus, €/m	234
Verkoston investointikustannus, €	1 108 072
Kestoikä, a	40
<b>Verkoston vuosikustannus, €/a</b>	<b>27 702</b>
<b>Verkostolaajennuksen vuosikustannukset</b>	
	<b>€</b>
Laitoskulut, €	2 000
Verkostokulut, €	27 702
Polttoainekustannukset, €	48 610
Korjaus- ja kunnossapitokustannukset, €	8 000
Rahoituskulut	26 200
<b>Kulut yht</b>	<b>112 512</b>
<b>Investoinnin takaisinmaksuaika</b>	
Lämmönmyyntitulot, €/a	146 471
Liittymismaksutulot, €	194 601
Investointikustannus, €	1 108 072
Nettotulot, €/a	33 959
Takaisinmaksuaika, a <sup>(1)</sup>	<b>27</b>
Sisäinen korkokanta <sup>(2)</sup>	<b>-1,3 %</b>

<sup>(1)</sup> Investointikustannuksesta on vähennetty liittymismaksutulot.

<sup>(2)</sup> Sisäisessä korkokannassa investoinnin pitoaikana on käytetty 20 vuotta.

Verkostolaajennuksen vuosikustannukset muodostuvat laitos- ja verkostokuluista, polttoaine-, korjaus- ja kunnossapitokustannuksista sekä rahoituskuluista. Laskelmien mukaan vuosittaiset kulut ovat yhteensä 112 512 €.

Laajennuksesta saatavat liittymismaksutulot ovat yhteensä 194 601 €. Vuosittaiset tulot lämpöenergian myynnistä olisivat 108 267 € ja perusmaksuista 38 204 €. Yhteensä lämmönmyynti kasvaisi 146 471 eurolla.

Tarkastelin verkostolaajennuksen kannattavuutta investoinnin takaisinmaksuajalla, joka laskelmien mukaan on hankkeessa noin 27 vuotta. Verkoston laajentaminen Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueille ei ole kannattavaa, koska takaisinmaksuaika

on huomattavasti pitempi kuin suunniteltu laina-aika ja lämmitysjärjestelmän keskimääräinen käyttöikä. Laajennusinvestoinnin sisäisen korkokanta on -1,3 % eli investointi ei anna lainkaan tuottoa nettokassavirralle, vaikka laskelmissa käytettiin 20 vuoden pitoaikaa suunnitellulle investoinnille.

### 9.3 Verkostolaajennuksen tunnusluvut

Alla olevaan taulukkoon 9 on laskettu erilaisia verkostoon liittyviä käyttötaloudellisia tunnuslukuja. Rakennustiheys laskettiin jakamalla liitettävä rakennustilavuus verkoston pituudella ja tehottiheys laskettiin jakamalla liittymisteho verkoston pituudella. Lämpöhäviönä on käytetty nykytilanteessa verkoston todellista hävikkiä ja laajennusalueen lämpöhäviö on saatu Logstorilta, kuten aiemmin on esitetty. Lämpöhäviöprosentti on laskettu suhteessa lämmönmyyntiin.

Taulukko 9. Verkoston tunnuslukuja

	Verkosto- pituus (m)	Rakennustiheys (r-m <sup>3</sup> /m)	Tehottiheys (MW/km)	Lämpöhäviö MWh/a	Lämpöhäviö %
Nykyinen	23 750	30,6	0,93	4579	17,6
Laajennus	4 652	29,4	0,43	515	26,2
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>28 402</b>	<b>30,4</b>	<b>0,85</b>	<b>5 094</b>	<b>18,2</b>

Laajennusalueen rakennustiheydessä on vain pieni ero nykytilanteeseen verrattuna, koska suurin osa mahdollisista liittyjistä on isoja teollisuuskiinteistöjä. Tehottiheydessä ero on kuitenkin suurempi, josta voidaan päätellä, että laajennusalueen liittijämäärä on alhainen verrattuna rakennettavaan verkstopituuteen. Sama voidaan todeta lämpöhäviöprosentista, jonka mukaan laajennusalueen lämpöhäviöt ovat suhteessa lämmönmyyntiin huomattavasti korkeammat kuin olemassa olevan verkon nykytilanteessa.

Laajennuksen kannattavuuden tarkastelun ja päätöksenteon tueksi selvitettiin lisäksi lämmöntuotannon ja jakelun vuosikustannukset, jotka koostuvat laitos- ja verkostokuluista, polttoainekustannuksista ja laitosten käyttö- ja huoltokustannuksista. Lämmöntuotantokustannukset nykytilanteessa ja laajennuksesta ovat nähtävillä taulukosta 10.

Taulukko 10. Lämmöntuotantokustannusten vertailu

	Nykytilanne €	Verkostolaajennus €	Yhteensä €
Pääomakustannukset (laitokset ja verkosto)	367 050	27 702	394 251
Polttoainekustannukset	600 930	48 610	649 540
Käyttö- ja huoltokustannukset	200 000	8 000	208 000
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>1 094 050</b>	<b>84 312</b>	<b>1 252 292</b>
	Nykytilanne €/MWh	Verkostolaajennus €/MWh	Yhteensä €/MWh
Pääomakustannukset (laitokset ja verkosto)	14,12	14,08	14,11
Polttoainekustannukset	18,21	19,76	18,32
Käyttö- ja huoltokustannukset	7,69	4,07	7,44
<b>Lämmön tuotantokustannukset</b>	<b>40,02</b>	<b>37,90</b>	<b>39,87</b>

Laajennuksen lämmöntuotantokustannukseksi muodostui 37,90 €/MWh, joka on noin 2,10 € alhaisempi verrattuna vuoden 2016 mukaiseen nykytilanteeseen. Laajennuksen pienempi lämmöntuotantohinta johtuu alhaisemmista laitostokustannuksista ja käyttö- ja huoltokustannuksista verrattuna nykytilanteeseen, koska laajennukseen tarvittava kaukolämpö pystyttäisiin tuottamaan olemassa olevilla lämpölaitoksilla. Lämmön tuotantokustannuksien kokonaistilanteessa verkostolaajennuksella olisi vain noin 0,15 €/MWh laskeva vaikutus.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoitteena oli selvittää kaukolämpöverkkolaajennuksen kannattavuus Saarijärven Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueille. Tavoitteen saavuttamiseksi laajennusalueelle toteutettiin kysely, jolla selvitettiin muun muassa alueen lämmönkulutusta ja potentiaalisten uusien asiakkaiden lukumäärä.

Verkoston laajentaminen Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueelle ei vaikuta kannattavalta tässä työssä tehtyjen selvitysten ja investointilaskelmien perusteella. Laajennusalueen vuosittaisilla nettotuloilla laskettu takaisinmaksuaika on pitkä johtuen korkeista verkoston rakentamiskustannuksista suhteessa alueelta saataviin lämmönmyyntituloihin. Investointi ei myöskään tuottaisi lainkaan voittoa sisäisen korkokannan laskentamenetelmän mukaan.

Verkostorakentamisen kilpailuttamisella voisi olla iso vaikutus hankkeen kannattavuudelle, jos sen avulla investointikustannusta saataisiin laskettua. Jos investointikustannus olisikin esimerkiksi vain noin 800 000 €, takaisinmaksuaika pienenis 27 vuodesta 15 vuoteen. Investointikustannuksissa on kuitenkin riskitekijöitä mahdollisen kallioisen maaperän vuoksi. GTK:n maankamarakartan mukaan kalliota ei kuitenkaan pitäisi olla kovin laajalla alueella suunnitellulla verkostoreitillä. Jos hanketta lähdetäisiin toteuttamaan, niin verkostoreitti kannattaisi vielä tutkia mahdollisilla kairauksilla.

Verkostolaajennushankkeen toteutumiselle kriittisin tekijä on uusien liittyjien lopullinen lukumäärä ja niiden lämmöntarve. Kannattavan laajentamisen edellytyksenä on, että kaukolämpöön liittyisivät vähintään kaikki kyselyssä kiinnostuksensa ilmaisseet kuluttajat. Toisaalta tulevaisuudessa mahdolliset lisäliittyjät voisivat parantaa hankkeen kannattavuutta. Aiemmissa toteutuneissa verkostolaajennuksissa on havaittu, että kaukolämpöön liittyi usein uusia asiakkaita, kun verkostorakentaminen oli jo käynnistynyt.

Tarkasteltavalle laajennusalueelle jäi myös vielä useita isoja kiinteistöjä, jotka eivät ilmaisseet olevansa kiinnostuneita liittymään kaukolämpöön. Heidän osaltaan liittymishalukkuutta voi kenties laskea tämän hetkinen öljyn hinta, joka on alhaisempi joihinkin aiempiin huippuvuosiin verrattuna.

Kiinteistön lämmitysjärjestelmän uusiminen on asiakkaalle iso investointi, joten oletettavasti tehdyt päätökset liittyä kaukolämpöön olisivat pitkäkestoisia. Jos asiakkaita kuitenkin jostain syystä päättäisi vaihtaa toiseen lämmitysmuotoon, heikentäisi se laajennusinvestoinnin kannattavuutta.

Polttoainekustannukset ovat laajennuksen vuosikustannuksista lähes puolet, joten niiden hinnan kehittyminen vaikuttaa oleellisesti hankkeen kannattavuuteen puolin ja toisin. Saarijärvellä ja Keski-Suomen alueella on tällä hetkellä hyvin tarjolla erilaisia biopolttoaineita, eikä välittömiä hinnankorotuspaineita ole tiedossa. Pitkällä aikavälillä biopolttoaineiden saannissa voisi kuitenkin olla haasteita ja hinnatkin kenties nousevat. Biopolttoaineiden tuotantoon ja käyttöön vaikuttavat suuresti poliittiset päätökset ja esimerkiksi jysinturpeen valmisteveron korotukset heijastuisivat suoraan kaukolämpöyhtiön polttoainekustannuksiin. Lisäksi turvetuotannolla on tänä päivänä hankaluuksia saada uusia tuotantolupia, joten polttoturpeen mahdollinen tuleva niukkuus voisi nostaa sen hintaa.

Sara-ahon ja Rajalan teollisuusalueille kannattaisi tehdä lisäselvitys mahdollisen alueellisen lämpölaitoksen perustamisesta ja kannattavuudesta. Lämmönkäyttötään Sara-ahon teollisuusalue on Rajalan aluetta parempi, joten verkostolaajennus kannattaisi ehkä rajata pelkästään Sara-ahossa kaukolämmöstä kiinnostuneisiin kiinteistöihin.

Opinnäytetyön tekeminen on syventänyt omaa ammatillista osaamistani muun muassa erilaisiin investointilaskelmiin perehtymisen myötä. Työn tekeminen on ollut mielenkiintoista, koska selvityksen lopputuloksella on konkreettinen vaikutus Saarijärven Kaukolämpö Oy:n tuleviin investointisuunnitelmiin.

Haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka auttoivat saattamaan tämän prosessin loppuun. Erityisesti haluan kiittää työn ohjaajaa tutkintopäällikkö Jussi Esalaa, joka malttoi kärsivällisesti ohjata työni etenemistä. Lisäksi haluan kiittää kaikesta saamastani tuesta vaimoani Hanna Lampinen-Vilkkilää.

## LÄHTEET

- D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2013. Ympäristöministeriö. [Viitattu 31.5.2017]. Saatavana: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468>
- Ekman, H., Haveri, P., Heikkilä, T., Heinimäki, R., Huttunen, T., Kalli, E., Kohopää, A., Kostama, J., Kurki-Suonio, K., Laaksonen, K., Leino, S., Leskelä, J., Lettojärvi, H., Lindberg, P., Makkonen, J., Niemelä, E., Oesch, P., Salomaa, P., Takala, K., Tiitinen, M. & Turtiainen, J. 2017. Energiateollisuuden toimintaympäristöanalyysi 2017-2019. Energiateollisuus ry. Julkaisematon.
- Energiateollisuus ry:n kotisivut 2017. Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset vuosilta 2010, 2014 & 2015. [Viitattu 6.5.2017]. Saatavana: [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampojohtojen\\_rakentamiskustannukset.html#material-view](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampojohtojen_rakentamiskustannukset.html#material-view)
- Energiateollisuus ry:n kotisivut 2017. [Viitattu 12.7.2017]. Saatavana: <https://energia.fi/>
- Geologian tutkimuskeskuksen kotisivut 2017. [Viitattu 20.4.2017]. Saatavana: <http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>
- Global Reporting Initiative (GRI) homepage 2017. [Viitattu 14.7.2017]. Saatavana: <https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>
- Ilmasto-oppaan kotisivut. 2017. [Viitattu 24.8.2017]. Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/b82589fa-efc6-41c0-b7fd-0f1233b76c86/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka-ohjaa-jasenmaita.html>
- Janka, P. 2017. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia sekä EU:n 2030 linjaukset. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 24.8.2017]. Saatavana: [https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/05\\_Janka\\_EI-strategia+ja+EU-2030\\_TEM\\_tammikuu2017\\_2.pdf/f5221aa8-88e7-4948-af99-045b67522c92](https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/05_Janka_EI-strategia+ja+EU-2030_TEM_tammikuu2017_2.pdf/f5221aa8-88e7-4948-af99-045b67522c92)
- Jussila, M. 2010. Yhteiskuntavastuu. Nyt. Vantaa: Hansaprint Oy.
- Kaukolämpökäsikirja. 2015. Logstor Oy. [Viitattu 22.8.2017]. Saatavana: <https://www.logstor.com/media/5033/kaukolämpökäsikirja-2015.pdf>
- Lankinen, J. 2017. Laatu päällikkö. Logstor Oy. VS: Verkostolaajennus. Sähköpostiviesti 20.1.2017. Vastaanottaja T. Vilkkilä.
- Leppiniemi, J. 1993. Rahoitus. WSOY Oppimateriaalit Oy.



- Kemppinen, R. 2017. Käyttövastaava. Saarijärven Kaukolämpö Oy. Haastattelut ja sähköpostiviestit 2.1–14.7.2017 välisenä aikana. Vastaanottaja T. Vilkkilä.
- Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Moisio, M. 2017. Toimitusjohtaja. SSYP Kiinteistöt Oy. VS: Kaukolämpö. Sähköpostiviesti 4.9.2015. Vastaanottaja T. Vilkkilä.
- Mäkelä V-M. & Tuunanen J. 2015. Suomalainen kaukolämmitys. Mikkelin ammatti-korkeakoulu. Tammerprint Oy. [Viitattu 23.8.2017]. Saatavana: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/URNISBN9789515885074.pdf>
- Niskanen, J. & Niskanen, M. 2000. Yritysrahoitus. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Pirttiniemi, T. 2016. Laitoshoitaja. Saarijärven Kaukolämpö Oy. Haastattelu 21.10.2017.
- Promaint-lehden kotisivut 2017. [Viitattu 8.9.2017]. Saatavana: <http://promaint-lehti.fi/Tuotantotehokkuuden-kehittaminen/Kohti-energiatehokasta-tuotantotilaa>
- Rekola, M. 2017. Johtaja. ProCadme Oy. VS: KL-verkoston laajennus. Sähköpostiviesti 11.5.2017. Vastaanottaja T. Vilkkilä.
- Saarijärven Kaukolämpö Oy:n kotisivut 2017. [Viitattu 17.5.2017]. Saatavana: <http://www.saarijarvenkaukolampo.fi/>
- Suositus L11. 2013. Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet. Energiateollisuus ry. [Viitattu 22.8.2017]. Saatavana: [https://energia.fi/files/825/SuositusL11\\_2013\\_Kl-johtojen\\_suunnittelu\\_ja\\_rakentamisohjeet.pdf](https://energia.fi/files/825/SuositusL11_2013_Kl-johtojen_suunnittelu_ja_rakentamisohjeet.pdf)
- Suositus K15. 2014. Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina. Energiateollisuus ry. [Viitattu 6.6.2017]. Saatavana: [https://energia.fi/files/586/Teho\\_ja\\_vesivirta\\_SuositusK15\\_2014.pdf](https://energia.fi/files/586/Teho_ja_vesivirta_SuositusK15_2014.pdf)
- Talvio, C. & Välimaa, M. 2004. Yhteiskuntavastuu ja johtaminen. Helsinki.
- Tilastokeskuksen kotisivut 2017. [Viitattu 14.7.2017]. Saatavana: <http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2017/01/>
- Vuosikertomus 2016. Saarijärven Kaukolämpö Oy. [Viitattu 8.4.2017]. Saatavana: [http://www.saarijarvenkaukolampo.fi/wp-content/uploads/2015/11/Vuosikertomus\\_2016\\_KL.pdf](http://www.saarijarvenkaukolampo.fi/wp-content/uploads/2015/11/Vuosikertomus_2016_KL.pdf)

Yritystulkin kotisivut 2017. [Viitattu 26.7.2017]. Saatavana: <http://www.yritystulkki.fi/fi/alue/hankasalmi/toimiva-yrittaja/investoinnin-laskenta/>

## **LIITTEET**

Liite 1. Verkostokartta – Nykytilanne

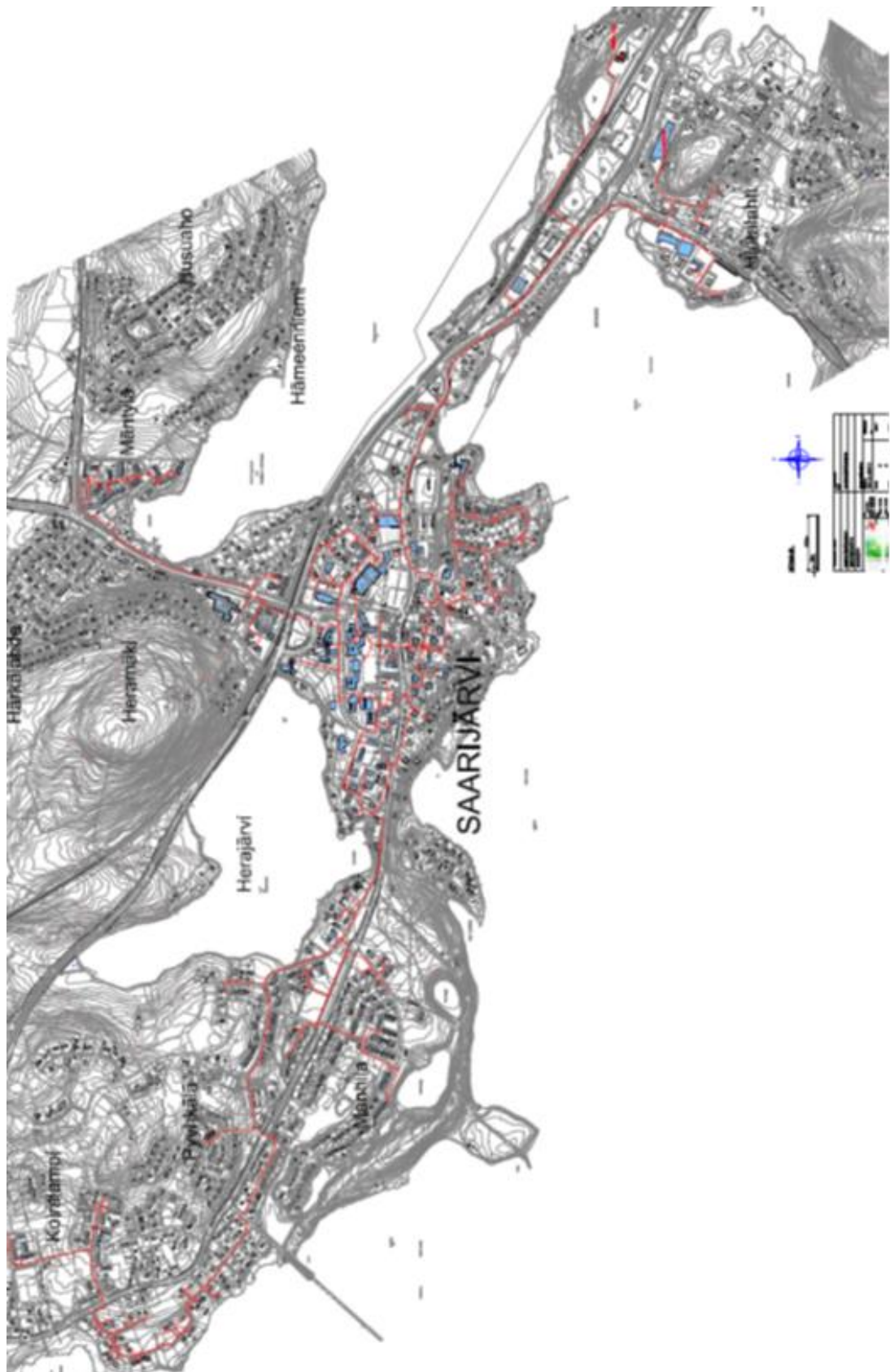
Liite 2. Kaukolämpöverkkokysely

Liite 3. Suunnitellun laajennuksen verkostokartta

Liite 4. Malli tilausvesivirtalaskelmasta

Liite 5. Maankamarakartta

## LIITE 1 Verkostokartta – nykytilanne



## LIITE 2 Kaukolämpöverkkokysely



KAUKOLÄMPÖVERKKOKYSELY 1.6.2015

Hei,

Saarijärven Kaukolämpö Oy on selvittämässä kaukolämpöverkon laajenemismahdollisuuksia Sara-Ahon ja Rajalan teollisuusalueelle. Selvityksen tueksi on laadittu oheinen kyselylomake, jonka avulla tarkastellaan alueella olevia kiinteistöjä sekä nykyistä lämmönkulutusta.

Kyselylomake on saatavissa myös sähköisesti osoitteesta [www.saaveka.fi/asiakaskysely](http://www.saaveka.fi/asiakaskysely)

Pyydämme palauttamaan kyselylomakkeen 31.7.2015 mennessä. Voitte palauttaa lomakkeen joko sähköisesti osoitteeseen: [tuomo.vilkkila@saaveka.fi](mailto:tuomo.vilkkila@saaveka.fi) TAI postilla (oheisella palautuskuorella) osoitteeseen: Saarijärven Kaukolämpö Oy, PL 56, 43101 SAARIJÄRVI

Kaikkien kyselylomakkeeseen vastanneiden kesken arvomme useita 100 euron lahjakortteja paikallisiin liikkeisiin.

Lisätiedot: Tuomo Vilkkilä 0400 581 627, [tuomo.vilkkila@saaveka.fi](mailto:tuomo.vilkkila@saaveka.fi)

### KYSELY:

#### Kiinteistön tiedot:

Kiinteistön nimi	Kiinteistön osoite
Kiinteistön haltija	
Kiinteistön rakennusvuosi	
Kiinteistön pinta-ala m <sup>2</sup> (kerrosala)	Lämmitettävä rakennustilavuus m <sup>3</sup>
Onko kiinteistössänne useita asuntoja? Jos on, niin kuinka monta? kpl	
Rakennustyyppi <input type="checkbox"/> Omakotitalo <input type="checkbox"/> Rivitalo <input type="checkbox"/> Liikekiinteistö <input type="checkbox"/> Teollisuushalli <input type="checkbox"/> Muu, mikä?	

#### Nykyinen lämmitysjärjestelmä ja energiankulutus:

Nykyinen lämmitysmuoto <input type="checkbox"/> Öljy <input type="checkbox"/> Sähkö <input type="checkbox"/> Pelletti <input type="checkbox"/> Polttopuu <input type="checkbox"/> Muu, mikä?
Nykyisen lämmitysjärjestelmän ikä (v)
Nykyisen lämmitysjärjestelmän kunto: <input type="checkbox"/> Huono <input type="checkbox"/> Kohtalainen <input type="checkbox"/> Hyvä
Nykyinen energiankulutus: kWh   tai   €

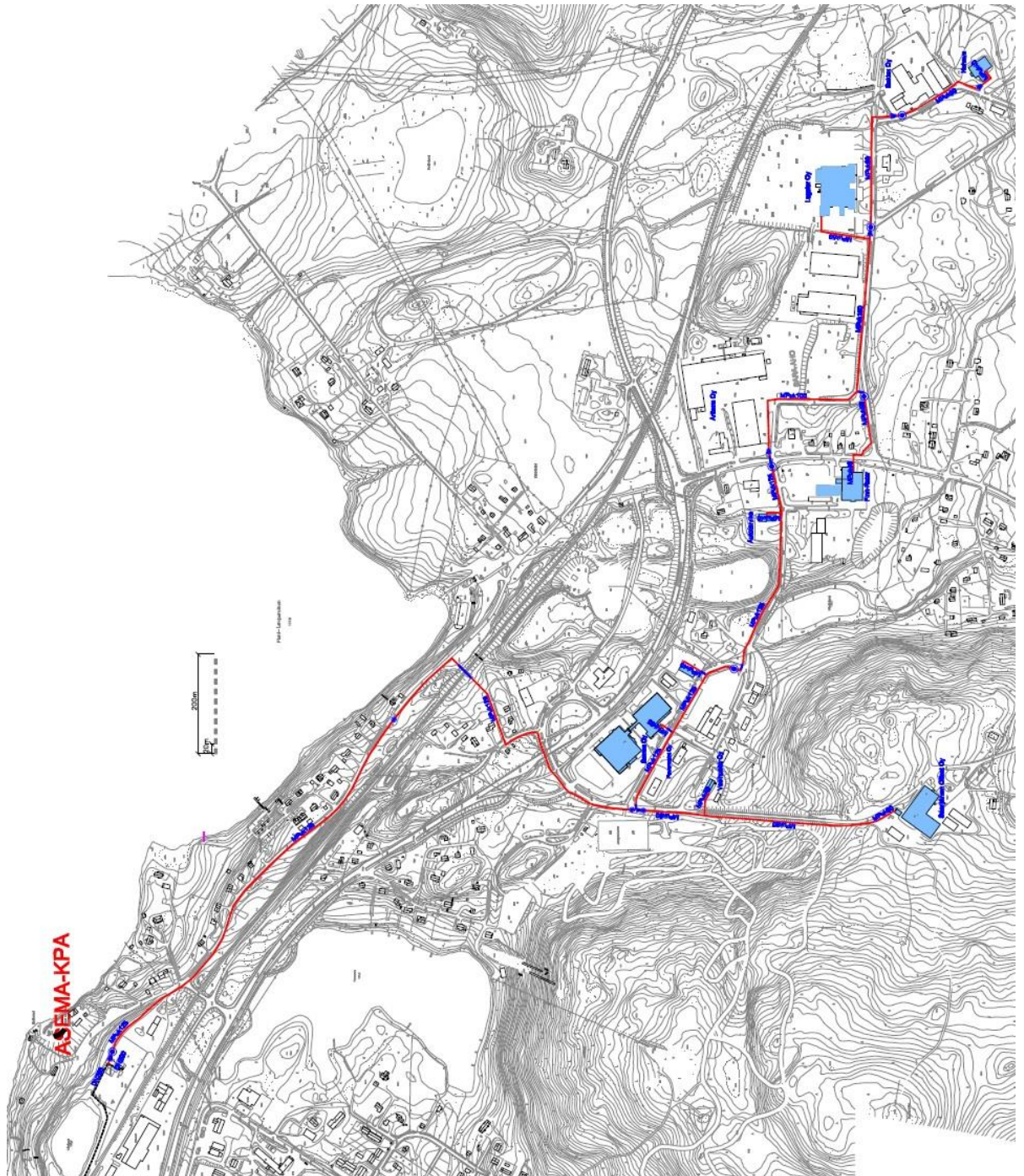
Jos alueellenne rakennettaisiin kaukolämpöverkko, niin mikä olisi kiinnostuksenne liittyä kaukolämpöön? <input type="checkbox"/> Kiinnostaa <input type="checkbox"/> Kiinnostaa vähän <input type="checkbox"/> Ei kiinnosta <input type="checkbox"/> En osaa sanoa
---

Vapaamuotoinen palaute:
-------------------------

# KIITOS!



## LIITE 3 Suunnitellun laajennuksen verkostokartta



## LIITE 4 Malli tilausvesivirtalaskelmasta

### LASKENNAN LÄHTÖARVOT

Vuosi	2017	Rakennuspinta-ala	200	(m <sup>2</sup> )
Kevytöljyn kulutus, kg/a	0	Rakennuksen tilavuus	600	(rak m <sup>3</sup> )
Kevytöljyn energia (kWh/a)	0	Kevytöljyn kulutus		(l/vuosi)
Raskasöljyn kulutus, kg/a	0	Kiinteistötyyppi	Omakotitalo (uusi)	rakennus
Käyttöveden lämmitysteho (kW)	5	Asuntojen lkm	1	kpl
Kv. energia/vuosi, (kWh/a)	6 052	Ylim.kv. Käyttöpisteet	0	kpl
Kv. energiatarve, (kWh/r-m <sup>3</sup> ,a)	4,8			kWh/vuosi
Mitoitusulkolämpötila, (°C)	-32	Lämpötilaero, (ulko-sisä)	53	(°C)
Vuotuinen lt. Keskiarvo, (°C)	3,2	Lämpötilaero, (ulko-sisä, keskimääräinen)	17,8	(°C)
Sisälämpötila, (°C)	21	Energian kulutusarvio	18 052	(kWh/vuosi)

### ENERGIA JA TEHONTARVE

			kWh/a
Ominaiskulutus	20,0	kWh/r-m <sup>3</sup>	Rak. Lämmitysener+kv.vesi
Ominaislämpöteho	20,0	W/m <sup>3</sup>	18 052

### ENERGIAN KULUTUSARVIO

Ominaislämpöteho	20,0	(W/r-m <sup>3</sup> )
Liittymisteho, arvio	17,0	(kW)
Energian kulutusarvio	18 052	(kWh/vuosi)
Tilauksvesivirta, V	0,25	(m <sup>3</sup> /h) 6 min. tarkkalluutta

### PERUSMAKSUN JA LIITYMÄMAKSUN MÄÄRÄYTYMINEN

V, (m <sup>3</sup> /h) 6 min.	0-2,0	2,01-4,0	4,01-10,0	10,01-20,0	yli 20
K1	2,15630	2,15630	2,15630	2,15630	sopimus
K2	1,00	1,00	1,00	1,00	sopimus
y	1 000	4 000	6 000	11 000	sopimus
z	3 750	2 250	1 750	1 250	sopimus
Alv.	1,24	1,24	1,24	1,24	sopimus
Liittymismaksun kaava, €	5 180,51	12 199,27	17 212,66	30 247,50	sopimus
V, (m <sup>3</sup> /h) 6 min.	0-0,5	0,51-5,0	5,01-15,0		
K3	2,247	2,247	2,247		
a	874,50	134,50	2 388,20		
b	1,00	672,70	222,00		
Alv.	1,24	1,24	1,24		
Perusmaksun kaava, €/vuosi	609,15	843,34	6 808,83		
Kustannuskertoimen, K1					2,15630
Ikähyvityskertoimen arvon päättää hallitus jokaisen liittymän osalta erikseen, K2.					1,00
Hallituksen päättämä kiinteiden kulujen mukainen vakiokerroin, K3					2,247
Lämpöenergian hinta, ei sisällä alv.					50,62
ALV					1,24

### KUSTANNUSLASKELMAT

#### 1. LIITYMISMAKSU, Lm, ALV= 24 %

$$Lm = K1 \times K2 \times (y+z \times V) \times 1,24$$

$$Lm = 5\,180,51 \text{ € (ALV 24\%)}$$

$$4\,177,83 \text{ € (ALV 0\%)}$$

#### 2. KÄYTTÖKULUT:

##### 2.1 Perusmaksu, Pm, ALV= 24 %

$$Pm = K3 \times 1,24 \times (a + b) \times V$$

$$Pm = 609,15 \text{ €/vuosi (ALV 24\%)}$$

$$491,25 \text{ €/vuosi (ALV 0\%)}$$

$$Pm = 50,76 \text{ €/kk (ALV 24\%)}$$

$$40,94 \text{ €/kk (ALV 0\%)}$$

##### 2.2 Lämpöenergian hinta, Em, ALV= 24 %

$$Em = 0,06277 \text{ €/kWh}$$

$$Em = 1\,133,14 \text{ €/vuosi (arvio)(ALV 24\%)}$$

$$913,82 \text{ €/vuosi (arvio) (ALV 0\%)}$$



